Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
(Organizadores)

Inovação e tecnologia nas CIÊNCIAS AGRÁRIAS 2

Ano 2021

Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
(Organizadores)

Inovação e tecnologia nas
CIÊNCIAS AGRÁRIAS
2

Ano 2021

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Camila Alves de Cremo
Daphynny Pamplona
Gabriel Motomu Teshima
Luiza Alves Batista
Natália Sandrini de Azevedo
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista

Inovação e tecnologia nas ciências agrárias 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Bruno Oliveira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

I58 Inovação e tecnologia nas ciências agrárias 2 / Organizadores Pedro Henrique Abreu Moura, Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-771-7
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.717211612

1. Ciências agrárias. I. Moura, Pedro Henrique Abreu (Organizador). II. Monteiro, Vanessa da Fontoura Custódio (Organizadora). III. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

APRESENTAÇÃO

A área de Ciências Agrárias reúne conhecimentos relacionados à agricultura, pecuária e conservação dos recursos naturais. A pesquisa nessa área é importante para o desenvolvimento de produtos, processos ou serviços para as cadeias produtivas de vegetais, animais e desenvolvimento rural.

Destaca-se que a inovação e tecnologia devem ser aliadas na incorporação de práticas sustentáveis no campo, garantindo às gerações futuras a capacidade de suprir as necessidades de produção e qualidade de vida no planeta.

Nesta obra, intitulada *"Inovação e tecnologia nas Ciências Agrárias 2"*, é apresentado uma ampla diversidade de pesquisas nacionais e internacionais reunidas em 19 capítulos.

Dentre esses capítulos, o leitor poderá entender mais sobre a agricultura familiar como forma de garantir a produção agrícola, o uso das tecnologias da informação e comunicação no ensino e aprendizagem de estudantes de Técnico Agropecuário no México, utilização de geoprocessamento para estudar a dinâmica de pastagens, a relação entre pecuária e desflorestamento, estatística em experimentos agronômicos, bem como vários trabalhos voltados para pecuária e medicina veterinária.

Convidamos também para apreciarem o primeiro volume do livro, que reúne trabalhos voltados à agricultura, com pesquisas sobre a qualidade do solo, fruticultura, culturas anuais, controle de pragas, agroecossistemas, propagação *in vitro* de orquídea, fertilização, interação entre fungos e sistemas agroflorestais, a relação da agricultura e o consumo de água, entre outros.

Agradecemos a cada autor pela escolha da Atena Editora para a publicação de seu trabalho. Aos leitores, desejamos uma excelente leitura.

Pedro Henrique Abreu Moura

Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

SUMÁRIO

https://doi.org/10.22533/at.ed.71721161219

CAPÍTULO 1

PONTES ENTRE AGRICULTURA FAMILIAR E BIOLÓGICA ATRAVÉS DA FORMAÇÃO EM CONTEXTO DE TRABALHO

Data de aceite: 01/12/2021
Data de submissão: 06/09/2021

Cristina Amaro da Costa
Escola Superior Agrária e CERNAS, Instituto Politécnico de Viseu
Viseu – Portugal
ORCID 0000-0001-8625-2206

Davide Gaião
Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viseu
Viseu – Portugal

Daniela Teixeira
Escola Superior Agrária e CERNAS, Instituto Politécnico de Viseu
Viseu – Portugal
ORCID 0000-0002-7718-6072

Helena Esteves Correia
Escola Superior Agrária e CERNAS, Instituto Politécnico de Viseu
Viseu – Portugal
ORCID 0000-0003-1274-5141

Luis Tourino Guerra
EOSA
Vigo - Spain

Raquel P. F. Guiné
Escola Superior Agrária e CERNAS, Instituto Politécnico de Viseu
Viseu – Portugal
ORCID 0000-0003-0595-6805

RESUMO: A agricultura familiar, como forma de garantir a produção agrícola, gerida por uma família com base em mão-de-obra familiar não assalariada, tem um papel fundamental nas zonas rurais. Das 570 milhões de explorações agrícolas do mundo, mais de 500 milhões são explorações familiares. Em Portugal, a agricultura familiar representa 96% das cerca de 280 mil explorações existentes. Em todo o mundo, a agricultura familiar encontra na agricultura biológica uma forma de valorização, com impacto direto no aumento do rendimento das famílias. Através da agricultura biológica, assente em princípios como alimentar o solo para nutrir a planta, otimizar os ciclos de nutrientes através da gestão dos animais e das plantas, ou manter relações de proximidade com o mercado, a agricultura familiar pode atingir novos patamares de sucesso. O conhecimento e a formação técnica são essenciais para a adoção da agricultura biológica, sendo essencial identificar as necessidades de formação dos agricultores familiares, para disponibilizar ferramentas de aprendizagem que permitam melhorar a sua capacidade de intervenção e inovação. Assim, caraterizaram-se as práticas agrícolas utilizadas por agricultores familiares dos concelhos de Viseu, Braga e Barcelos, Portugal, e avaliou-se a proximidade com os itinerários técnicos utilizados em agricultura biológica, de modo a identificar necessidades de formação destes agricultores. As práticas agrícolas foram identificadas através da aplicação de uma *checklist* a 30 agricultores de cada concelho. Parte das técnicas e tecnologias adotadas nas explorações de agricultura familiar coincidem com práticas fundamentais em agricultura biológica: diversidade cultural e uso

de variedades regionais, consociações e rotações culturais, uso de matéria orgânica de origem animal e vegetal, utilização de luta física e genética no combate a pragas e doenças. Os resultados permitiram definir ferramentas de aprendizagem, para uso à distância e em contexto de trabalho, que venham reforçar e capacitar estes agricultores através da adoção da agricultura biológica.
PALAVRAS-CHAVE: Práticas agrícolas, itinerários técnicos, checklist, ferramentas de aprendizagem, m-learning.

BRIDGES BETWEEN FAMILY AND ORGANIC FARMING THROUGH THE TRAINING IN A WORK CONTEXT

ABSTRACT: Family farming, as a mean to ensure food production, managed by a family using unpaid family labour, plays a fundamental role in rural areas. Of about 570 million farms in the world, over 500 million are family farms. In Portugal, family farming represents 96% of the existing 280 thousand farms. All over the world, family farming is valued though the adoption of organic farming with a direct impact on the family profit. Through organic farming, based on principles such as securing favourable soil conditions for plant growth, particularly by managing organic matter and enhancing soil activity, optimize nutrient cycling through the management of animals and plants, or maintain close relationships with the market, family farms can reach new heights of success. Knowledge and technical skills are crucial to ensure organic farm adoption, and thus, it is important to identify the farmers training needs, so that proper learning tools are developed and contribute to improve farmers' performance and innovation abilities. In this way, we have identified the agricultural practices adopted by family farmers from Viseu, Braga e Barcelos, Portugal, to assess the proximity between these agricultural options and the organic farming technical itineraries and to identify the family farmers training needs. The agricultural practices adopted by the family farmers were collected through the application of a *checklist* to 30 farmers in each region. Some of the agricultural practices and technologies adopted by the family farmers are the same as some practices in organic farming: crop diversity based on regional varieties, crop consociations and rotations, use of organic manure both animal and vegetal, physical and genetic measures to control pests and diseases. These results supported the definition of learning tools that might be used for distance learning, contributing to reinforce and capacitate these family farmers through the adoption of organic farming.
KEYWORDS: Agricultural practices, technical itineraries, checklist, learning tools, m-learning.

1 | INTRODUÇÃO

A agricultura familiar tem um papel fundamental no mundo rural, do ponto vista económico, ambiental, social e cultural (FAO, 2014; Hoppe, 2014). Estes sistemas de produção baseiam-se em explorações de pequena dimensão, geridas por uma família que depende essencialmente de mão-de-obra familiar não assalariada, como forma de garantir a produção agrícola, silvícola, assim como a pesca e o pastoreio.

Quase 90% das explorações agrícolas no mundo são de agricultura familiar (500 milhões de explorações), apresentam pequena dimensão (mais de 475 milhões de

explorações têm menos de 2 hectares), produzem cerca de 70% dos alimentos consumidos no mundo e garantem o sustento de 40% das famílias do mundo (FAO, 2014; Lowder *et al.*, 2014). Estas explorações baseiam-se em estruturas familiares, que para além de assegurarem a sua alimentação (Graeub *et al.*, 2016), detêm um conjunto de saberes que passam de geração em geração, o que permite manter técnicas, tradições e valores culturais, que importa preservar e valorizar (Peters, 2013).

Em Portugal, as explorações familiares representam 96% das explorações agrícolas. Utilizam permanente e predominantemente mão-de-obra pertencente ao agregado familiar (a mão de obra contratada é inferior a 1 UHT por exploração) e ocupam 67% da Superfície Agrícola Utilizada do continente, o que traduz o seu impacto na economia local e nacional (Costa *et al.*, 2014; DGADR, 2014; INE, 2011). As explorações de agricultura familiar representam 35% da população residente em meio rural e garantem 25% do emprego regional.

Por todo o mundo, estes agricultores constituem em geral uma população envelhecida - três em cada quatro agricultores tem mais de 65 anos – e com baixos níveis de formação escolar e profissional – somente 20% tem formação agrícola, tendo a maioria adquirido conhecimento através da experiência prática e da transmissão de conhecimentos de geração em geração e/ou de vizinhos e amigos (Costa *et al.*, 2014; Hoppe, 2014).

A evolução das explorações de agricultura familiar para novos patamares de sucesso e inovação passa pela adoção de novos modos de produção, sustentáveis e capazes de manter relações de proximidade com o mercado, de forma a garantir qualidade dos produtos e a assegurar a melhoria dos rendimentos destas famílias (Auerbach *et al.*, 2013).

Neste sentido, a adoção da agricultura biológica, assente em princípios como o equilíbrio do solo, através da manutenção do teor de matéria orgânica e da promoção da atividade biológica do solo, a otimização dos ciclos de nutrientes através da gestão dos animais e das plantas no espaço e no tempo (por exemplo, através de rotações e consociações), ou a manutenção de relações de proximidade, pode contribuir para este objetivo (Auerbach *et al.*, 2013; Benson *et al.,* 2014; Krug, 2012; Wymann von Dach *et al.*, 2013; Sajadian *et al.*, 2017).

O conhecimento e a formação técnica são essenciais para a adoção da agricultura biológica, e a definição dos conteúdos mais adequados deverá ser ajustada a uma matriz de conhecimento e técnicas que possam aproximar a os itinerários dos agricultores familiares à prática da agricultura biológica. Neste sentido, procuraram identificar-se as práticas agrícolas utilizadas por agricultores familiares no concelho de Viseu, Braga e Barcelos e avaliar a proximidade destes itinerários técnicos[1] com as práticas da agricultura biológica.

A identificação das práticas agrícolas (procedimentos técnicos e tecnológicos

1 Os itinerários técnicos são "modelos técnicos e tecnológicos teóricos" que identificam (i) o conjunto ordenado das operações culturais, (ii) o conjunto ordenado das tarefas agrícolas que são necessárias para executar cada uma das operações culturais identificadas e (iii) cada uma das tecnologias que se são adoptadas para a realização de cada tarefa agrícola (Amaro *et al.*, 2000; Garcia, 2005).

adotados em cada etapa do itinerário técnico) pode ser realizada com base na aplicação de inquéritos por questionário, mais ou menos complexos (Amaro *et al*., 2000; Kuiper, 2000; Garcia, 2005). Estas metodologias permitem (i) identificar os procedimentos técnicos e tecnológicos adotados nas explorações familiares, isto é, quais as operações culturais e subsequentes tarefas agrícolas realizadas e (ii) avaliar as semelhanças (proximidade) com o modelo teórico, neste caso, o modelo de itinerário técnico teórico adotado em agricultura biológica.

2 I MATERIAL E MÉTODOS

A identificação dos procedimentos técnicos e tecnológicos adotados nas explorações familiares foi realizada através da aplicação de um questionário com base numa *checklist*[2] (questionário simplificado, em que se reduz a necessidade de respostas por parte do inquirido). A *checklist* foi construída com base no itinerário técnico adotado em explorações em agricultura biológica e em informação presente em documentos técnicos e científicos (Amaro, 2007; Barrote, 2010; Benson *et al*., 2014; Mourão, 2007; Strohbehn, 2015), e estruturada em cinco partes: caracterização sociodemográfica do inquirido, caraterísticas da exploração, itinerário técnico (espécies, gestão e preparação do solo, fertilização, rega, intervenções em verde, proteção da cultura), produção animal e comercialização.

O questionário (*checklist*) foi aplicado a 30 responsáveis (chefes de exploração) de explorações agrícolas com dimensão igual ou inferior a 2 hectares, que utilizam mão-de-obra maioritariamente do agregado familiar e cujos rendimentos são na maioria provenientes da exploração, em cada um dos concelhos – Viseu, Braga e Barcelos.

A aplicação da *checklist* decorreu entre de novembro de 2015 e fevereiro de 2016, e a seleção dos agricultores foi aleatória e com base em listagens de produtores presentes nos mercados semanais de cada local, respeitando os requisitos pré-definidos.

Foi realizada uma análise descritiva e exploratória dos dados recolhidos, com recurso ao software IBM SPSS Statistics, Version 22.0. A análise das praticas adotadas entre regiões foi avaliada através de análise de variância e um teste LSD para comparação de médias com um nível de confiança de 0,95%. Através de uma análise de componentes principais (programa CANOCO 5) procuraram identificar-se relações entre as práticas adotadas e a características socioeconómicas dos agricultores familiares inquiridos.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

A idade média dos agricultores inquiridos é 57±11 anos, e incluiu 66% de mulheres e 34% de homens (Quadro 1). Resultados do último censo realizados em Portugal

2 Uma *checklist* consiste numa lista simples de afirmações (ações) ou características relativamente às quais se indica se estão presentes (ou são desejáveis) ou não. Para cada item individual, é obtido um valor médio ou percentagem de adoção (presença) de cada variável de carácter binomial (Kirakowski, 2000; Kuiper, 2000).

mostra que a idade média dos agricultores é 63 anos em Portugal (INE, 2017), o que é relativamente superior à média de idade dos inquiridos. A idade média é ligeiramente superior nas mulheres agricultoras (58±11 anos) em comparação com os homens (55±12 anos) e os agricultores de Viseu são os mais velhos (64±8 anos), seguido por Barcelos (57±10 anos) e Braga (51±11 anos).

Caraterística		Média (±desvio padrão)	Percentagem
Idade média		57,4 ± 11,23	
Sexo	Feminino		66%
	Masculino		34%
Escolaridade	Sem formação		22%
	4º Ano		71%
	6º Ano		2%
	9º Ano		3%
	12º Ano		1%
Nº de trabalhadores permanentes		2,1 ± 0,73	

Quadro 1 – Características sociodemográficas da amostra (30 inquiridos)

A maioria destes agricultores (93%) tem como habilitação literária o 4º ano, ou menos, o que está de acordo com os dados nacionais que revelam que os agricultores portugueses têm, em geral, apenas o nível de educação e que 88% apenas tem formação prática (European Union, 2013; INE, 2017).

A área média das explorações é 1,5 ha, sendo que 23,3% apresenta área de exploração inferior a 1 ha e 24,4% entre 1 e 1,5 ha (Quadro 2). Os restantes 52% possuem uma área da exploração entre 1,5 e 2 ha. A mão de obra é essencialmente assegurada por elementos da família e corresponde, em média, a 2,1 trabalhadores (variando entre 1 e 4 trabalhadores por exploração). Tal como noutros países Mediterrânicos, como Portugal, Espanha e Itália, entre 47,9 and 50,9% da mão de obra é assegurada por elementos da família sendo o número de elementos contratados muito baixo (em média inferior a um trabalhador contratado por exploração) (FAO, 2013).

Concelho	Dimensão média (ha) (média±desvio padrão)
Viseu (PT)	1.57±0.41
Braga (PT)	1.48±0.48
Barcelos (PT)	1.58±0.39
Global	**1,5 ± 0,53**

Quadro 2. Dimensão das explorações por concelho

Relativamente à adoção de práticas culturais relacionadas com escolha de culturas, espécies e escolha de material de sementeira e plantação, todos os agricultores inquiridos adotam uma grande diversidade de culturas (principalmente culturas hortícolas sazonais), preferem variedades regionais e cerca de metade fazem consociações culturais, sempre que possível (Figura 1a). Quanto à diversidade de variedades, mais de 30% dos agricultores utiliza mais que uma variedade por espécie. Menos de um terço dos agricultores tem viveiro próprio, ou seja, a maioria recorre à aquisição de plantas oriundas de outras explorações/viveiros (68%). O uso de sementes inoculadas com organismos simbiontes é uma importante prática agrícola que permite reduzir as necessidades em nutrientes, em particular em solos pobres em matéria orgânica (Ebrahim and Saleem, 2017).

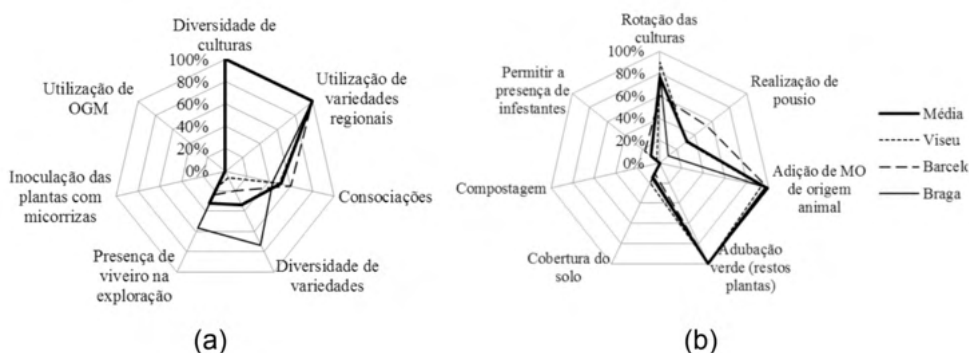



Figura 1. Identificação das práticas culturais relacionadas com a (a) escolha de culturas, espécies e escolha de material de sementeira e plantação e com a (b) gestão e preparação do solo adotadas por agricultores familiares nos concelhos de Viseu, Barcelos e Braga (%).

Por último, nenhum dos agricultores inquiridos inocula as sementes/plantas com micorrizas previamente à sua sementeira/plantação nem utilizam espécies geneticamente modificadas (OGM).

Esta escolha de práticas agrícolas é similar nos três concelhos, com exceção da diversidade de variedades e da presença de viveiro na exploração, que é significativamente superior entre os agricultores familiares de Braga (73% e 57% respetivamente).

As práticas culturais relacionadas com a gestão do solo incluem a realização de rotações culturais e pousio, utilização de matéria orgânica (MO) de origem animal e adubação em verde, cobertura do solo, compostagem e manutenção de infestantes (Figura 1b). A maior parte dos agricultores familiares inquiridos baseiam o seu plano de exploração na rotação de culturas (80%), mas apenas 30% referiram deixar as terras em pousio durante algum período do ano cultural. Os inquiridos que não adotam esta prática, referiram que não o fazem para não reduzirem o retorno financeiro da terra a curto prazo.

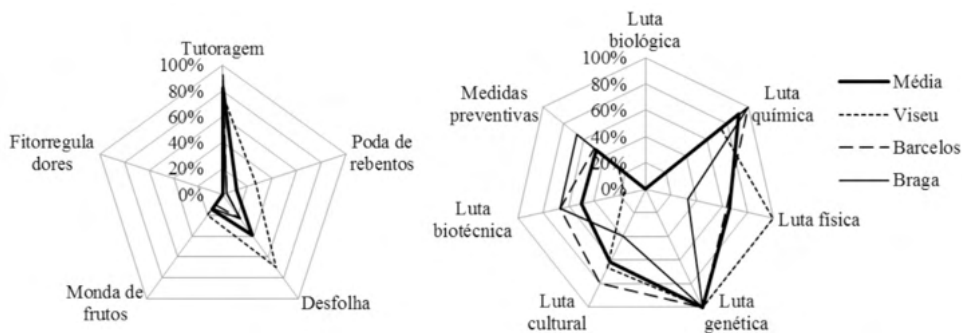



Figura 2. Identificação das (a) técnicas de intervenção em verde e das (b) opções de proteção das culturas adotadas por agricultores familiares nos concelhos de Viseu, Barcelos e Braga (%).

A adição de matéria orgânica de origem animal e também de restos de plantas (adubação verde) antes das plantações e sementeiras, de modo a fornecer ao solo os nutrientes necessários para o desenvolvimento das culturas e a contribuir para a melhoria da sua estrutura é uma prática adotada pela totalidade dos agricultores.

Relativamente à utilização de cobertura do solo para controlo de infestantes, prática fundamental em agricultura biológica, constata-se que apenas 14% dos agricultores familiares inquiridos a utiliza. Quanto à técnica de compostagem, nenhum dos agricultores a realiza. Apenas 10% dos agricultores tolera a presença de infestantes na exploração e, assim, beneficiam das vantagens da presença destas infraestruturas ecológicas (Boller *et al.,* 2004; Nunes *et al.,* 2015).

Entre as três regiões só se verificaram diferenças (não significativas) relativamente à prática do pousio, que é mais frequente em Barcelos e menos em Braga.

As intervenções em verde, técnicas culturais que promovem um acréscimo de qualidade da produção através da melhoria do ambiente ao nível da canópia (remoção de rebentos e folhas, orientação da vegetação, entre outras) e contribuem para a redução de incidência de pragas e doenças, são essenciais em agricultura biológica e produção integrada (Costa *et al*., 2015). Entre os agricultores inquiridos, 82% utilizam diversos tipos de tutores nas suas culturas quando adequado, mas menos de 15% realizam podas de rebentos, desfolhas ou mondas de frutos (Figura 2a). A prática da desfolha é significativamente superior entre os agricultores familiares de Viseu (70%). Nenhum dos agricultores familiares inquiridos utiliza fitorreguladores para estimular o crescimento e desenvolvimento das plantas.

A proteção das culturas desempenha um papel fundamental no itinerário técnico de qualquer sistema de produção, seja pela dependência dos meios de luta química em sistemas de produção convencional e intensivo, seja em sistemas de produção sustentáveis, como a agricultura biológica que dependem preferencialmente da adoção de medidas de luta indiretas e do uso de meios de luta alternativos à luta química (Amaro, 2003; Rickard,

2010).

Relativamente às técnicas adotadas na proteção das culturas pelos agricultores inquiridos, verifica-se que nenhum utiliza a luta biológica, mas quase todos recorrem ao uso de pesticidas – luta química (91%) - e à escolha de espécies e variedades/cultivares resistentes – luta genética (100%) (Figura 2b). Os meios de luta cultural e física são adotados em mais de 60% dos casos, com maior expressão na região de Barcelos, e a luta biotécnica em cerca de 50%. Cerca de metade dos agricultores familiares adota meios de luta preventivos regularmente e estão conscientes dos seus benefícios.

Com base nos resultados da análise de componentes principais, efetuada para analisar as relações entre as práticas adotadas e a características socioeconómicas dos agricultores familiares inquiridos, verifica-se que 20,3% da variância observada está associada ao perfil socioeconómico dos inquiridos (Figura 3).

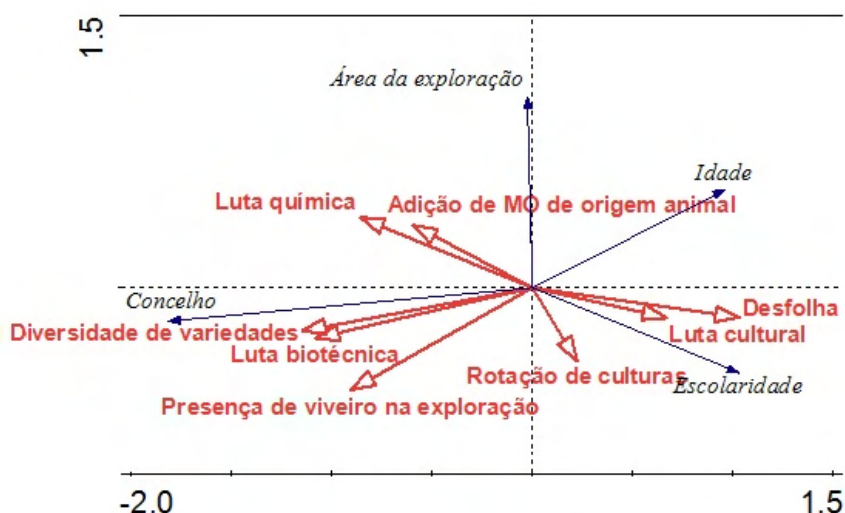



Figura 3. Análise dos componentes principais (*biplot*) entre as práticas adotadas e a características socioeconómicas dos agricultores familiares dos concelhos de Viseu, Barcelos e Braga

Verifica-se que as práticas "Diversidade de variedades" (p=0,002), "Presença de viveiro na exploração" (p=0,01), "Desfolha" (p=0,014) e "Luta química" (p=0,02) são significativas e explicam, respetivamente, 7,1%, 4,2%, 3,6 e 2,7 da variabilidade encontrada. As práticas "Diversidade de variedades" e "Presença de viveiro na exploração" estão positivamente associadas com a região (Concelho), como foi anteriormente referido. A "Desfolha", a "Luta cultural" e a "Rotação de culturas" estão positivamente associadas à escolaridade do agricultor, ainda que não de forma significativa, evidenciando que maior escolaridade/conhecimento constituem fatores facilitadores da adoção de práticas sustentáveis. De modo oposto, a idade dos agricultores está negativamente relacionada

com a generalidade destas praticas, podendo afirmar-se que a idade poderá constituir um constrangimento à conversão para a agricultura biológica.

4 I CONCLUSÕES

A identificação dos procedimentos técnicos e tecnológicos adotados nas explorações familiares permite avaliar as semelhanças (proximidade) com o modelo de itinerário técnico teórico adotado em agricultura biológica e permitirá identificar as necessidades de formação essenciais para apoiar a adoção deste modo de produção por agricultores familiares e por novos agricultores que queiram iniciar (ou converter) uma exploração em agricultura biológica.

Com base nos resultados obtidos é possível constatar que uma parte das técnicas e tecnologias adotadas nas explorações de agricultura familiar, nos concelhos de Viseu, Barcelos e Braga, coincidem com práticas fundamentais em agricultura biológica: diversidade cultural com preferência por variedades regionais, consociações culturais, rotação de culturas, adição de matéria orgânica de origem animal e também restos de plantas (adubação verde) antes das plantações e sementeiras, tutoragem ou a utilização de luta genética para o combate a pragas e doenças.

Algumas práticas, como o pousio, utilização de intervenções em verde, produção de plantas em viveiros próprios ou de sementes, ou a adoção da luta biotécnica, são utilizadas por alguns agricultores familiares, mas a sua adoção não está ainda generalizada.

Por outro lado, há ainda muitos processos e técnicas essenciais para o sucesso das explorações de agricultura biológica que não são utilizadas pelos agricultores familiares, nomeadamente, inoculação de sementes/plantas com micorrizas, a compostagem, tolerância de revestimento do solo composto por infestantes, ou a utilização de luta biológica.

É neste âmbito que a disponibilização de ferramentas de aprendizagem relacionadas com estas temáticas, e preferencialmente adequadas para serem utilizadas em contexto de trabalho (e-learning ou m-learning), pode surgir como uma ponte entre a agricultura familiar e agricultura biológica, ao contribuir para o aumento de conhecimento em agricultura biológica, que constituirá certamente um fator de vantagem e sucesso para estas explorações. Através da adoção da agricultura biológica, estes agricultores (agricultores familiares ou novos agricultores) poderão incorporar uma tecnologia inovadora que visa a produção de alimentos nutritivos e de alta qualidade, sem recurso a produtos químicos de síntese nem organismos geneticamente modificados, em simultâneo com a redução de impactos ambientais negativos.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projeto PROJ/CI&DETS/CGD/0006: "Pontes entre Agricultura Familiar e Agricultura Biológica", financiado através da parceria entre o Instituto Politécnico de Viseu e a Caixa Geral de Depósitos. Os autores agradecem, ainda, o apoio da FCT—Fundação para a Ciência e Tecnologia, I.P., no contexto do projeto Ref. UIDB/00681/2020, bem como ao CERNAS e ao Instituto Politécnico de Viseu.

REFERÊNCIAS

AMARO, Fernanda; GODINHO, Maria do Céu; FIGUEIREDO, Elisabete; MEXIA, António. **Itinerários técnicos e calendários culturais para culturas "em estufa" – região Agrária do Ribatejo e Oeste.** Lisboa: Instituto Superior de Agronomia, Projecto PAMAF 6013, Departamento de Economia Agrária e Sociologia Rural, 2000. p 2-8.

AMARO, Pedro (coord.). **7º Relatório de Progresso "Os indicadores ambientais para avaliar a prática da protecção integrada, da produção integrada e da agricultura biológica e o uso sustentável de pesticidas em Portugal" (AGRO 545).** Lisboa: Instituto Superior de Agronomia, 2007.

AMARO, Pedro. **A protecção integrada**. Lisboa: ISA Press, 2003. 446 p.

AUERBACH, Raymond, RUNDGREN, Gunnar; SCIALABBA, Nadia El-Hage (ed.). **Organic agriculture: African experiences in resilience and sustainability**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013. 200 p.

BARROTE, Isabel. **Manual de conversão ao modo de produção biológico**. DRAP Norte: Divisão de produção agrícola, 2010. 38 p.

BENSON, Matthew; NIEWOLNY, Kim; RUDD, Rick. **An evaluation of program, training, and resource needs of Virginia beginning farmers and ranchers: Virginia beginning farmer and rancher coalition program.** Petersburg: Virginia State University, Virginia Cooperative Extension, 2014. 43 p.

BOLLER, Ernst; HANI, Fritz; POEHLING, Hans-Michael. **Ecological infrastructures: ideabook on functional biodiversity at the farm level temperate zones of Europe**. 1. ed. Lindau, Switzerland: IOBC/WPRS Comission on Integrated Production Guidelines and Endorsement, 2004. 24 – 38; 82 – 100.

COSTA, Cristina Amaro; GODINHO, Maria do Céu; SANTOS, José Lima; MEXIA, António; AMARO, Pedro. Integrated pest management: from policies to practices. International **Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology**, Mexico City, v. 2, n. 5, p. 2524-2533, 2017.

DGADR. Ano Internacional da Agricultura Familiar. **Pessoas e Lugares**, Lisboa, n. 14, 3 p, abril, 2014.

EBRAHIM, Mohsen; SALEEM, Abdel-Rahman. Alleviating salt stress in tomato inoculated with mycorrhizae: photosynthetic performance and enzymatic antioxidants. **Journal of Taibah University for Science**, Taibah, v. 11, n. 6, p. 850-860, 2017.

EUROPEAN UNION. **Rural development in the EU. Statistical and economic information report 2013**. Brussels: European Commission/ Directorate-General for Agriculture and Rural Development, 2013.

FAO. **2000 World Census of Agriculture: Analysis and international comparison of the results (1996-2005).** Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013.

FAO. **Family Farmers. Feeding the world, caring for the earth.** Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014. 4 p.

GARCIA, Zoraida (coord.). **Gender and farming systems. Lessons from Nicaragua.** Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, p. 1-12, 2005.

GRAEUB, Benjamin; CHAPPELL, Michael Jahi; WITTMAN, Hannah; LEDERMANN, Samuel; KERR, Rachel Bezner; GEMMILL-HERREN, Barbara. The state of family farms in the world. **World Development**, Rome, v. 87, p. 1–15, 2016.

HOPPE, Robert. Structure and Finances of U.S. Farms: Family Farm Report, 2014 Edition. U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, **Economic Information Bulletin**, Washington, n. EIB-132, december, 2014. 67 p.

IFOAM ORGANIC WORLD CONGRESS 2014 'BUILDING ORGANIC BRIDGES', 2014, Istambul, Turquia. **Organic Eprints** [ECONewFARMERS Construir o futuro com novos agricultores em modo de produção biológica através de formação vocacional], ID 26653: 9 p. http://orgprints.org/26653/7/26653.pdf

INE. **Recenseamento geral agrícola**. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, 2011.

INE. **Recenseamento geral agrícola**. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, 2017.

KIRAKOWSKI, Jurek. **Questionnaires in usability engineering. A list of frequently asked questions**. 3. ed. Cork, Ireland: Human Factors Research Group, 2000. 15 p.

KRUG, Irmela. Farmers' cooperative and Bio-Bhutan associate to develop markets for certified organic essential oils. In. FAO. **Good practices in building innovative rural institutions to increase food security. Case studies**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2012. 60-64.

KUIPER, Juliëtte. A checklist approach to evaluate the contribution of organic farms to landscape quality. **Agriculture, Ecosystems and Environment,** v. 77, n. 1-2, p. 143–156, 2000.

LOWDER, Sarah; SKOET, Jakob; SINGH, Saumya. What do we really know about the number and distribution of farms and family farms worldwide? Background paper for The State of Food and Agriculture 2014. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, **ESA Working Paper** n. 14-02., 2014, p. 1-18.

MOURÃO, Isabel. **Manual de horticultura no modo de produção biológico**. Ponte de Lima: Escola Superior Agrária de Ponte de Lima/IPVC. 2007. 206 p.

NUNES, Cátia; TEIXEIRA, Branca; CARLOS, Cristina; GONÇALVES, Fátima; MARTINS, Mónica; CRESPÍ, António; SOUSA, Susana; TORRES, Laura; COSTA, Cristina Amaro. Biodiversidade do solo em vinhas com e sem enrelvamento. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 38, n. 2, 2015, p. 248-257.

PETERS, Rob (ed.). Family Farming. **EU Rural Review**, Italy, 17, 36 p, november, 2013.

RICKARD, Séan. **The value of crop protection. An assessment of the full benefits for the food chain and living standards.** Peterborough: Crop Protection Association, 40 p, 2010.

SAJADIAN, Masoud; KHOSHBAKHT, Korous; LIAGHATI, Houman; VEISI, Hadi; DAMGHANI, Abdolmajid Mahdavi. Developing and quantifying indicators of organic farming using analytic hierarchy process. **Ecological Indicators**, v. 83: 2017, p. 103–111.

STROHBEHN, Catherine. **Mississippi Farm Food Safety Checklist - Adapted from the “Checklist for Retail Purchasing of Local Produce”.** Ames: Iowa State University, 2 p, 2015.

Wymann von Dach, Susanne; ROMEO, Rosalaura; VITA, Alessia; WURZINGER, Maria; KOHLER, Thomas (eds.). **Mountain farming is family farming: a contribution from mountain areas to the International Year of Family Farming 2014.** Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 100 p, 2013.

CAPÍTULO 2

SÍNTESE DA REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA PARA APOIAR PEQUENOS PROPRIETÁRIOS DE TERRAS

Data de aceite: 01/12/2021
Data de submissão: 03/10/2021

Paula Francisco Escalianti
Graduanda do Curso de Tecnologia em Gestão Comercial – Fatec Adamantina
Adamantina – SP
http://lattes.cnpq.br/2230779225135622

Marcelo Duarte
Mestre em Agronomia – Unoeste; docente da Fatec de Adamantina
Presidente Prudente – SP
http://lattes.cnpq.br/123231413922338

RESUMO: O tema do mercado de terras integra a agenda contemporânea das políticas agrárias, tanto no Brasil como em outros países, a cerca das regularizações das áreas rurais brasileiras enreda-se por volta de 5 milhões de propriedades, em que pequena parte delas estão legalmente inscritas corretamente no Cadastro Rural. O Brasil possui uma das mais extensas malhas fundiárias, e o próprio agronegócio exige das propriedades a regularização, diante da comercialização interna ou externa do país. A legislação fundiária nacional teve seu inicio em 1964 quando foi criado o Estatuto da Terra, a partir daí surgiu a necessidade de adequações iminentes, dentre elas conhecida nos meios da engenharia da mensuração como a “Lei do Georreferenciamento”, que é o estudo de área e dados para inicio à regularização fundiária. Esta revisão bibliográfica baseou-se nas principais referências do setor econômico-agrário dos últimos anos, a partir de uma análise geral e levantamento de dados recentes do setor fundiário rural brasileiro, visando exemplificar a necessidade da regularização. A questão central fica voltada para proprietários rurais, e não apenas em se fazer uma análise, mas sim em aprofundar e clarear a necessidade da regularização dessas áreas, e o posterior encaminhamento aos órgãos competentes, garantindo seguro à propriedade e determinando o futuro de seu preço. Identificou-se ainda que é importante estimular com que a população compreenda o papel do campo e tenha acesso a questões que afetam o cotidiano e desenvolvimento do país. Com isso, a intenção é gerar conhecimento e contribuir para a melhoria das políticas, programas e a atuação do Estado, profissional e proprietário de terras.

PALAVRAS-CHAVE: Regularização Fundiária; Propriedades Rurais; Georreferenciamento; Legalização Fundiária.

OVERVIEW OF LAND REGULARIZATION TO SUPPORT SMALL LANDOWNERS

ABSTRACT: The land market integrates the contemporary agenda of agrarian politics, both in Brazil other on other countries, about of regularization of Brazilian rural areas tangles around of 5 million properties, in which a small part of them are legally entered in Rural Register. The Brazil has one of more extensive lads and the own agribusiness requires the regularization of properties, against internal or external commercialization of the country. The national land legislation had your start in 1964 when the bylaw of the land was created, from that came

the need for imminent adjustments, among them is know in the measurement engineering as a “Law of Georeferencing”, which is the study of area and data for the beginning to land regularization. This bibliographic review was based on the main references of the economic-agrarian sector of the last years, based on a general analysis and survey of recent data from the brazilian rural land sector; aiming to exemplify the necessity of regularization. The central question stay around of the rural proprietaries, and not only to do analysis, bus rather to deepen and lighten the necessity of regularization of this areas, and the further direct them competent organizations, ensuring property insurance and determining the future of the your price. It identifies furthermore that it is important to encourage the population understands the paper and have access to the questions that affect the daily life and development of the county. With that, the intention is to generate knowledge and contributing to improve politics, programs and acting of the State, professionals and landowners.
KEYWORDS: Land regularization; Rural Properties, Georeferencing, Land Legalization.

1 I INTRODUÇÃO

Os espaços rurais desempenham papel importante na gestão das questões ambientais e sociais. Nestes espaços são tomadas decisões que afetam a conservação dos ecossistemas naturais remanescentes e a reprodução social das famílias de agricultores. O Brasil dispõe do Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR), vinculado a um sistema de registro de imóveis que tem por objetivo dar segurança jurídica aos proprietários de imóveis, garantindo acesso a políticas públicas, além de possibilitar o planejamento do uso e da ocupação da terra e o monitoramento da legislação ambiental. No entanto, esse sistema cadastral é declaratório, e grande parte das informações prestadas não são verificadas a campo pelas instituições públicas. (Goés, 2014)

Historicamente a realidade fundiária brasileira, quer rural quer urbana, foi marcada pela existência de regulação formal, mas não aplicadas integralmente, fazendo com que as regras do acesso à terra sejam bastante frágeis e incipientes. A Lei de Terras aprovada em 1850 e regulamentada em 1854 teve os seguintes principais objetivos: ordenar a apropriação territorial no Brasil; acabar com a posse; fazer um cadastro de terras; financiar a imigração; criar um setor agrícola de pequenos proprietários; tornar a terra uma garantia confiável para empréstimos e funcionar como um chamariz para a imigração. Contudo, não foi isso que aconteceu: a terra quer rural quer urbana permanece até o presente apenas com controles que garantem a propriedade, mas que não regulam o seu uso. Se até o presente não há nem cadastro dos imóveis privados nem das terras públicas (devolutas ou outras) quanto mais poderia haver alguma forma de regulação social adequada. Sendo, portanto, passível de qualquer tipo de utilização pelos proprietários, desde especulativa, passando pela produtiva até predatória. Até hoje não se tem noção das terras pertencentes ao Estado pelos vários mecanismos existentes até mesmo as terras devolutas definida na Lei de Terras não foram discriminadas. (Reydon, 2007)

Quanto à política fundiária nacional, que teve como marco inicial o famoso Estatuto da Terra, de 1964, principal instrumento legal para a solução das atividades agrícolas; segundo Ramos e Palme (2007), a Lei n ° 10.267, de 28 de agosto de 2001, agora regulamentada pelos Decretos n° 4.449, de 30 de outubro de 2002 e n°5.570, de 31 de outubro de 2005, dá nova redação ao Decreto n° 4.449. Isso veio ao encontro dos interesses gerais da nação e dos engenheiros da mensuração, pois o Incra definiu "normas" para o processo de georreferenciamento de imóveis rurais. A Lei n° 10.267, de 28 de outubro de 2001, conhecida nos meios da engenharia da mensuração como a "Lei do Georreferenciamento", tem suscitado acirradas discussões. Os pontos críticos são os procedimentos para o efetivo cumprimento das Normas Técnicas para Georreferenciamento de Imóveis Rurais, editadas pelo Incra, no que tange ao transporte de coordenadas e ao cadastro rural em si e à definição do equipamento adequado para tais eventos.

O Georreferenciamento dos imóveis rurais no Brasil é uma necessidade premente e com impactos positivos imediatos em toda a cadeia do agronegócio. A regularização fundiária nacional é tema da maior relevância. O Brasil possui uma das maiores malhas fundiárias produtivas do mundo. Há muito desconhecimento sobre as dimensões de mais de 5 milhões de propriedades rurais. (Ramos; Palmer, 2007)

Ter essas informações disponíveis, atualizadas e conectadas é essencial para a tomada de decisão, o monitoramento e o planejamento de ações de ordenamento territorial. As constantes alterações na ocupação do espaço territorial tornam cada vez mais importante e a manutenção do cadastro e o planejamento dos municípios com base em dados confiáveis. No Brasil, paralelamente à expansão das cidades, está ocorrendo o agravamento dos problemas sociais e ambientais. A ocupação desordenada é um importante fator dessa degradação socioambiental. As áreas ocupadas de forma desordenada não permitem a definição dos limites das parcelas privadas e públicas, nem o controle sobre a exploração dos recursos naturais. Quando a ocupação do território cresce de forma descontrolada, ela gera prejuízos ambientais, sociais e econômicos. (Laskos; Cazella; Rebollar, 2016)

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A regularização fundiária, de acordo com o artigo 46 da Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009, "consiste no conjunto de medidas jurídicas, urbanísticas, ambientais e sociais que visam à regularização de assentamentos irregulares e à titulação de seus ocupantes, de modo a garantir o direito social à moradia, o pleno desenvolvimento das funções sociais da propriedade urbana e o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado". A regularização urbanística envolve a projeção de medidas de adequação ao parcelamento ilegal do solo, visando à implantação da infraestrutura mínima necessária para o desenvolvimento saudável da vida humana.

A regularização ambiental diz respeito a ações e programas preventivos e compensatórios para o meio ambiente e confunde-se, em parte, com a modalidade urbanística, já que a projeção de equipamentos de esgotamento sanitário e de água tratada, por exemplo, atendem ao prisma ambiental da regularização fundiária. (Góes, 2014)

A necessidade de regulação do mercado de terras não decorre de um voluntarismo para mudanças sociais, mas sim da necessidade de que esse mercado, que é uma instituição criada pelos homens para sua melhor convivência, seja mais transparente e eficiente. Para compreender o papel da regulação institucional no mercado de terras, deve-se recorrer a Polanyi2 (1980), que observou que no capitalismo, ao ocorrer à conversão da terra numa mercadoria fictícia, houve uma tendência de transferir a regulação sobre a terra (ou seja, sobre a natureza) ao mercado, subordinando a vida ao sistema econômico de mercado. Mas é dele a ideia de que há pelo menos três mercados, o do dinheiro, o do trabalho e o de terras, que por serem fictícios requerem uma regulação estatal estrita. São mercados que jamais serão "autorregulados", como os mercados das demais mercadorias. (Reydon; Cornélio, 2006)

Por direitos de propriedade entende-se os direitos que os indivíduos têm sobre bens e serviços. Esses direitos conformam o direito de vender (ou alugar) um ativo; o direito de usar e derivar renda de um ativo e o direito de legar (transferindo os direitos para os outros) um ativo. Conforme Alston (1998:3): "Os direitos de propriedade são impostos de três modos. Os próprios indivíduos impõem seus direitos, por exemplo, nós colocamos travas em nossas portas e protegemos nossa propriedade. Sanções sociais tais como o ostracismo podem impedir os indivíduos de violar os direitos dos outros. O poder coercitivo do Estado é também usado para impor direitos de propriedade, por exemplo quando a polícia expulsa invasores de propriedade".

Reydon e Cornélio, juntamente com o Ministério da Agricultura, Núcleos de Estudos, Universidades e Institutos de Economia Agrícola ortografaram uma um exemplar em 2006, citando que todos os proprietários rurais estão obrigados a mudar seus documentos dos imóveis rurais para se enquadrar às novas normas de Registro Público de Propriedades Rurais, somente aqueles que tiverem de modificar as matrículas de registros de imóveis, como nos casos de alteração em relação à área ou à titularidade, à preservação, à conservação e à proteção de recursos naturais.

O registro da propriedade nos cartórios certifica a legalidade do imóvel, e não existe outro mecanismo que garanta isso. (...) A história da apropriação e da regulação das terras no Brasil mostra que a situação "[...] de descontrole é mantida, principalmente pela falta de recursos, como parte da estrutura institucional de sustentação do peculiar processo de acumulação de capital no Brasil" (Battaglia, 1995). (Reydon; Cornélio, 2006)

A necessidade de se fazer regularização fundiária no Brasil tem proporcionado várias abordagens conceituais e ideológicas, sobretudo em relação à forma e à eficácia dos instrumentos disponíveis ou necessários para sua implementação. De um lado,

encontramos posições que defendem que a melhor forma de garantia da posse da terra para aqueles que não a têm deve ser tratada pelo viés político e não pela via do direito (MARCUSE, 2008). E, de outro lado, há os que defendem o direito de propriedade como o meio útil e necessário para tal fim, mesmo que necessite de alterações, para que possa ser utilizado de forma eficaz como meio de garantia de acesso à posse segura da terra (Alfonsin, 2001, 2002; Alfonsin Et Al., Fernandes E Alfonsin, 2004, 2006).

De acordo com a Cartilha do Código Florestal Brasileiro, autorizada pela EMBRAPA, INCRA, Ministério da Agricultura e Abastecimento e o Ministério do Meio Ambiente existem 15 passos para regularizar um imóvel rural:

2.1 Verificar se o imóvel é rural ou urbano;

2.2 Sendo rural, verificar a localização do imóvel no Brasil, podendo ser ele localizado na: Região da Amazônia Legal ou Demais Regiões do País (figura 1).

Figura 1 – Fonte: Cartilha do Código Florestal Brasileiro - A Amazônia Legal compreende "os Estados do Acre, Pará, Amazonas, Roraima, Rondônia, Amapá e Mato Grosso e as regiões situadas ao norte do paralelo 13° S, dos Estados de Tocantins e Goiás, e ao oeste do meridiano de 44° W, do Estado do Maranhão.

2.3 Verificar em qual bioma está localizado: Região da Amazônia Legal ou Demais Regiões do País (figura 2).

Figura 2 – Representação Cartográfica dos seis biomas continentais brasileiros.

Fonte: IBGE Maio/2004

2.4 Verificar quantos módulos fiscais o imóvel possui (figura 3 e figura 4)

SISTEMA NACIONAL DE CADASTRO RURAL

ÍNDICES BÁSICOS DE 2013

Relação Alfabética | **SR 08 - SÃO PAULO**

UNIDADE GEOGRÁFICA			ZP	MOD. FISC. (ha)	ZTM IE 50/97	FMP (ha)	LIM. EST. (ha)	SITUAÇÃO CADASTRAL		SUPER. TERRIT. (km²)	ÁREAS ESPECIAIS
CÓDIGO MUNICÍPIO	NOME DO MUNICÍPIO	MRG						IMÓVEIS	ÁREA (ha)		
UF - SÃO PAULO											
3500105	ADAMANTINA	035	2	20	A3-3	3	45	969	38.498,2	411,4	

Figura 3 – Módulo fiscal é uma unidade de medida, em hectares, cujo valor é fixado pelo INCRA para cada município.

Fonte: INCRA 2013

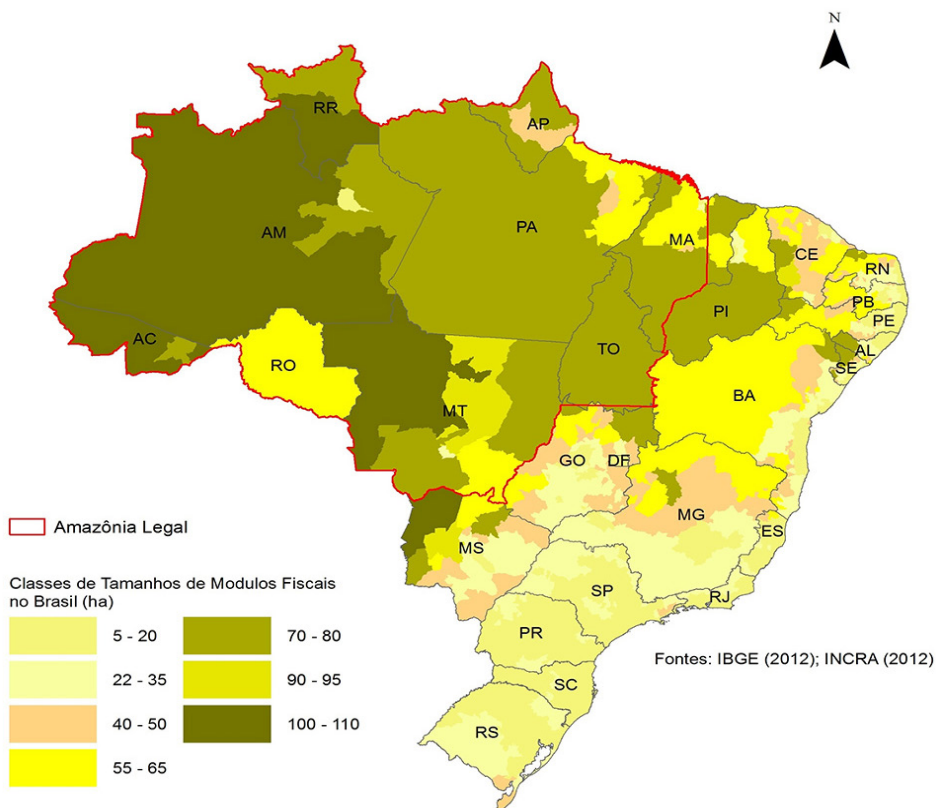



Figura 4 – Mapa dos Módulos Fiscais no Brasil.

Fonte: IBGE/INCRA 2012

2.5 Realizar o mapeamento completo do local com informações necessárias para a inscrição no Cadastro Ambiental Rural (CAR): 1. Para propriedades com mais de 4 módulos: elaborar uma planta georreferenciada contendo a indicação das coordenadas geográficas com pelo menos um ponto de amarração do perímetro do imóvel e o perímetro das áreas de servidão administrativa, e a informação da localização das áreas de remanescentes de vegetação nativa, das Áreas de Preservação Permanente, das áreas de uso restrito, das áreas consolidadas e, no caso existentes, a localização da Reserva Legal; 2. Para propriedade com menos de 4 módulos: croqui indicando a área do imóvel as Áreas de Preservação Permanente, as áreas de remanescentes de vegetação nativa que formam a Reserva Legal, as áreas de servidões administrativas, áreas consolidadas e as áreas de uso restrito, quando houver.

2.6 Delimitar todas as áreas de preservação permanente do imóvel.

2.7 Delimitar as áreas de uso restrito.

2. 8 Delimitar as áreas com remanescentes nativos.

2.9 Conferir e Delimitar o uso do solo nas áreas de preservação permanente.

2.10 Avaliar necessidade de recompor as áreas de preservação permanente.

2.11 Verificar a situação da reserva legal.

2.12 Avaliar a necessidade de recompor a reserva legal.

2.13 Definir a forma de recompor a reserva legal.

2.14 Inscrever-se no Cadastro Ambiental Rural (CAR): Registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, que tem a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais e compor base de dados para combate ao desmatamento, controle, monitoramento e planejamento ambiental e econômico. O Cadastro Ambiental Rural (CAR) é um instituto de fundamental importância na sistemática do Código Florestal. Com ele será possível, não somente fiscalizar o cumprimento da legislação, mas também obter dados importantes na elaboração de políticas para melhoria das condições ecológicas, sociais e econômicas do meio rural brasileiro. A inscrição é obrigatória para todas as propriedades e posses rurais, devendo ser requerida no prazo de 1 (um) ano contado da sua implantação. A inscrição do imóvel rural no CAR deverá ser feita, preferencialmente, no órgão ambiental municipal ou estadual e será exigido do proprietário ou possuidor rural: identificação comprovação do proprietário e identificação do imóvel por meio de planta e memorial descritivo com indicações das coordenadas geográficas, com pelo menos um ponto de amarração do perímetro do imóvel, e com informações da localização dos remanescentes de vegetação nativa, das Áreas de Preservação Permanente– APPs , das Áreas de Uso Restrito, das áreas consolidadas e, caso exista, da localização da Reserva Legal.

2.15 Aderir ao programa de regularização ambiental: São programas da União, Estados, Distrito Federal e Municípios a compreender o conjunto de ações ou iniciativas a serem desenvolvidas por proprietários e posseiros rurais com o objetivo de adequar e promover a regularização ambiental. A Lei Florestal federal estabeleceu como tarefa da União e dos estados a implantação do PRA. Cabe aos estados o detalhamento do programa. A adesão ao PRA se dará por meio da assinatura, por parte do proprietário ou posseiro rural, de um termo de compromisso, o qual detalhará as atividades e prazos para a adequação ambiental do imóvel. A inscrição do imóvel rural no Cadastro Ambiental Rural (CAR) é condição obrigatória para a adesão ao Programa de Regularização Ambiental (PRA).

Vigente desde 20 de novembro de 2016 a obrigatoriedade do georreferenciamento para imóveis acima de 100 hectares, em 15 de março de 2018, através do Decreto 9.311, o mesmo foi prorrogado para 20 de novembro de 2018.

- Vigente para imóveis acima de 250 hectares.
- 20/11/2018 para os imóveis com área de 100 a menos de 250 hectares;
- 20/11/2023 para os imóveis com área de 25 a menos de 100 hectares; e

- 20/11/2025 para os imóveis com área inferior a 25 hectares.

3 l CONCLUSÃO

O principal problema da realidade agrária brasileira é a "efetiva incapacidade que o Estado brasileiro sempre teve de regular para os fins sociais, econômicos e ambientais o mercado de terras e o acesso à terra". (Reydon; Cornélio, 2006).

As principais dificuldades identificadas no levantamento do estudo bibliográfico constata a falta de empenho do Estado cooperando com os proprietários, e do outro lado, o pouco entendimento dos atuantes, a ausência de interlocução entre proprietários e profissionais capacitados para a regularização dessas áreas; conjuntamente o auto custo do georreferenciamento de imóveis rurais que é obrigatório nos casos de desmembramento, parcelamento, remembramento, transferência e ações judiciais que versem sobre imóveis rurais, conforme a Lei dos Registros Públicos.

Ressaltando a citação da Organização das Nações Unidas Para A Alimentação e Agricultura (2017), somente por meio da aliança entre Estado, empresas e sociedade para a implementação da boa governança de terra, garantia de direitos a ela associados e promoção do desenvolvimento econômico é que será possível a redução de conflitos no campo, a diminuição do custo de transação, a melhoria da competitividade do agronegócio, a manutenção do modo de vida tradicional e da pequena produção associada a negócios com ganhos de escala, a melhoria da condição de vida no campo, a proteção dos direitos consuetudinários e dos recursos naturais (para a preservação ou para uso econômico) e o planejamento integrado da paisagem. Esse é um longo caminho, mas certamente um sonho compartilhado pela tríplice aliança: Estado, investidores privados e sociedade.

REFERÊNCIAS

BALBIM, R. **Avanços Recentes No Quadro Normativo Federal Da Regularização Fundiária**. Planejamento e Políticas Públicas, n. 1, 2010

CARTILHA DO CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO. Centro de Inteligência em Florestas. Disponível em http://www.ciflorestas.com.br/cartilha/como-regularizar-um-imovel-rural-em-15-passos.html. Acesso em 20 de setembro de 2018.

D'OTTAVIANO, M. C. L.; SILVA, S. L. Q. **Regularização Fundiária No Brasil: Velhas E Novas Questões**; Planejamento E Políticas Públicas, n 1, 2010.

DI SABBATO; A. **A Intervenção No Mercado De Terrar Rurais No Brasil: Um Estudo Sobre O Crédito Fundiário E O Importo Territorial Rural No Período 1997-2002**; Rio De Janeiro, (2008). 157 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 2008.

GOÉS, R. G. **Regularização Fundiária Urbana No Estado De São Paulo – Passo A Passo**. 344 p, 2014.

GUEDES, S. N. R.; REYDON, B. P. **Direitos De Propriedade Da Terra Rural No Brasil: Uma Proposta Institucionalista Para Ampliar A Governança Fundiária**; Revista De Economia E Sociologia Rural, vol. 50, n. 3, p. 525-544, 2012.

LASKOS, A. A.; CAZELLA, A. A.; REBOLLAR, P. B. M. **O Sistema Nacional De Cadastro Rural: História, Limitações Atuais E Perspectivas Para A Conservação Ambiental E Segurança Fundiária**; Desenvolvimento Meio Ambiente, v. 36, 2016.

OLIVEIRA, M. M. J. **Entenda Os Novos Prazos Para O Georreferenciamento De Imóveis Rurais**; Instituto GeoEduc; Publicado Em 26 De Março De 2018. Disponível em http://geoeduc.com/blog/entenda-os-novos-prazos-para-georreferenciamento-de-imoveis-rurais/. Acesso Em 01 De Outubro De 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA **Governança De Terras: Da Teoria À Realidade Brasileira**. FAO/SEAD, 378 p, 2017.

RAMOS, D.; PALME; U. W. **Regularização Fundiária**. AgroANALYSIS. V. 27, n.9. p. 46-4, 2007.

REYDON, B. P. **A Regularização Institucional Da Propriedade Da Terra No Brasil: Uma Necessidade Urgente**; Dimensões do Agronegócio Brasileiro: Políticas, instituinões e perspectivas. Brasília: MDA, 2007.

REYDON, B. P.; CORNÉLIO, F. N. M. **Mercado De Terras No Brasil: Estrutura E Dinâmica**; IICA (2006).

REZENDE, G. C. **Políticas Trabalhista E Fundiária E Seus Efeitos Adversos Sobre O Emprego Agrícola, A Estrutura Agrária E O Desenvolvimento Territorial Rural No Brasil**. 2005.

CAPÍTULO 3

IMPACTO DE LAS TIC EN ALUMNOS DE TÉCNICOS AGROPECUARIOS DEL CBTA 148

Data de aceite: 01/12/2021

Pedro García Alcaraz
Docente - investigador del CBTA 148 de Comala, Colima. Área de ofimática - docente del Instituto de Estudios Universitarios "UCCEG" (Universidad de Ciencias, Cultura, Educación y Gestión)
ORCID: 0000-0003-0341-4463.

Jorge Luis García Alcaraz
Docente - investigador de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua
ORCID: 0000-0002-7092-6963

RESUMEN: Actualmente las TIC se consideran como una herramienta que permite innovar en las prácticas docentes, además de brindar la posibilidad de incluir nuevas estrategias didácticas que despierten el interés y la motivación de los estudiantes para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje dentro y fuera del aula, sin embargo, se desconoce el impacto de estás en el ámbito académico. El presente artículo surge con la idea de analizar la integración de las TIC y su impacto en la eficiencia académica de los estudiantes de Técnicos Agropecuarios de nivel medio superior del CBTA 148 de Comala, Colima. En este sentido, se busca conocer cuáles son los usos académicos y lúdicos, así como los beneficios académicos, sociales y psicológicos que obtienen los alumnos al momento de hacer uso de las TIC en el ámbito académico. Con la finalidad de obtener la información de los sujetos del estudio se utilizó la encuesta a alumnos a través de un cuestionario, conformada por 43 ítems y que fue aplicada a 133 alumnos. Dicho documento fue validado a través del coeficiente de Alfa de Cronbach obteniendo un resultado superior al valor mínimo de corte - 0.910 -.
PALABRAS CLAVE: Integración, Impacto, Enseñanza-aprendizaje, TIC.

IMPACT OF ICT ON TECHNICIAN AGRICULTURAL STUDENTS AT CBTA

ABSTRACT: Currently, ICTs are considered as a tool that allows innovation in teaching practices, in addition to offering the possibility of including new didactic strategies that awaken the interest and motivation of students to improve the teaching-learning processes inside and outside the classroom, however, the impact of these on academia is unknown. This article arises with the idea of analyzing the integration of ICT and its impact on the academic efficiency of the students of Agricultural Technicians of upper secondary level of the CBTA 148 of Comala, Colima. In this sense, it seeks to know what are the academic and recreational uses, as well as the academic, social and psychological benefits that students obtain when making use of ICT in the academic field. In order to obtain the information of the study subjects, the student survey was used through a questionnaire, made up of 43 items and applied to 133 students. Said document was validated through Cronbach's Alpha coefficient, obtaining a result higher than the minimum cut-off value - 0.910 -.
KEYWORDS: Integration, Impact, Teaching-learning, ICT.

INTRODUCCIÓN

Según Rosario (2006), las Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC) son el conjunto de tecnologías que permiten la adquisición, producción, almacenamiento, tratamiento, comunicación, registro y presentación de informaciones, en forma de voz, imágenes y datos contenidos en señales de naturaleza acústica, óptica o electromagnética. Por tanto, las TIC incluyen la electrónica como tecnología, base que soporta el desarrollo de las telecomunicaciones, la informática y el audiovisual, que actualmente se hace uso de ellas en el proceso enseñanza – aprendizaje. No obstante, Bruns y Luque (2014) consideran que los profesores utilizan de forma excesiva el pizarrón y recurren poco a las tecnologías de la información y las comunicaciones. Asimismo, crece con rapidez la proporción de escuelas que tienen elementos de tecnología de la información y las comunicaciones a la vista en las aulas, desde televisores hasta pizarrones digitales, proyectores de LCD y computadoras portátiles.

En este sentido, el CBTA 148 de Cómala en el estado mexicano de Colima, siendo un plantel educativo, actualmente debe de integrar las TIC en sus asignaturas y módulos profesionales con la finalidad de cumplir con las competencias genéricas y disciplinares en los alumnos. Esta institución oferta las carreras de Técnico Agropecuario (opción presencial en su modalidad escolarizada y en la opción autoplaneada en la opción mixta) y Técnico en Ofimática (opción presencial en su modalidad escolarizada) que está siendo sustituido por el Técnico en Informática en proceso de liquidación. En este sentido, en las dos carreras en el primer semestre se les imparte la asignatura de Tecnologías de Información y Comunicación correspondiente al componente de formación básica. Sin embargo, a los alumnos del área de informática y ofimática en el componente de formación profesional cursan módulos, los cuales están conformados por submódulos donde es un aprendizaje totalmente del área profesional. Además, debido a las modalidades que actualmente oferta la institución, la SEP (2008) en el acuerdo 445 en el que se conceptualizan y definen para la Educación Medias Superior las opciones educativas en las diferentes modalidades, considera que en las dos modalidades ofertadas por el CBTA la mediación digital es prescindible, o sea, son utilizados los materiales que ha sido realizados por la institución, debido a que es un traje a la medida para los programas y requerimientos que demanda la institución.

En este sentido, el objetivo de esta investigación es conocer los principales usos que se les están dando a las TIC y los beneficios que están obteniendo los alumnos de la carrera de Técnicos Agropecuarios del CBTa 148.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad en el proceso enseñanza - aprendizaje se hace uso de las TIC. Sin embargo, el uso de estás en las aulas se ha ido implementando paulatinamente y en la

actualidad constituyen herramientas con habitual presencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por lo tanto, decir que existen tantas formas de utilizar las herramientas tecnológicas y el enfoque constructivista no quiere decir que se utilicen en los centros educativos debido a que muchos docentes todavía implementan en sus clases los métodos tradicionales donde no se desarrolla el aprendizaje significativo ni el uso adecuado de la tecnología, en este sentido, en el Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 148 se tiene infraestructura educativa, sin embargo no se tiene identificado cuales son los beneficios que obtienen los alumnos al hacer usos de las TIC.

OBJETIVO

Objetivo General

Conocer los principales usos y beneficios que están obteniendo los alumnos de la carrera de Técnicos Agropecuarios del CBTa 148 al hacer uso de las TIC en el ámbito académico.

Objetivo específico

Indagar sobre los usos académicos y lúdicos que les dan a las TIC los alumnos de Técnico Agropecuario del CBTA 148.

Analizar cuáles son los beneficios académicos, sociales y psicológicos que obtienen los alumnos al momento de hacer uso de las TIC en el CBTA 148.

Preguntas de investigación

¿Cuáles son los principales usos que los estudiantes del CBTA 148 le dan a las TIC en las aulas?.

¿Cuáles son los beneficios que obtienen los estudiantes de Técnico Agropecuario del CBTA 148 como consecuencia del uso que le dan a las TIC?.

Justificación

Con la finalidad de poder implementar estrategias para que el alumno haga un buen uso de las TIC, el desarrollo de este proyecto de evaluación permitirá conocer el uso que les dan a las TIC los alumnos de Técnico Agropecuario del CBTA 148, que TIC son las que más utilizan, así como, el impacto que se ha tenido en la integración de las mismas en los procesos de enseñanza - aprendizaje.

METODOLOGÍA

Para lograr el objetivo planteado anteriormente, se realiza una revisión bibliográfica para identificar las investigaciones relacionadas con el problema planteado y determinar

los diferentes atributos que son considerados para estudiar la integración de las TIC y su impacto en la eficiencia académica. En este sentido, se utilizó un muestreo polietápico (Vivanco, 2005) debido a que se utilizarán dos técnicas de muestreo, por un lado el muestreo por clusters o conglomerados y por último el muestreo aleatorio simple (m.a.s.). Por consiguiente, se utilizó para la recogida de la información, una encuesta (Bisquerra et al., 2009 y Aravena et al. 2006) conformada por 43 ítems y que fue aplicada a 133 alumnos de nivel medio superior del CBTA 148. Los 43 ítems fueron divididos en tres secciones dentro el cuestionario: preguntas generales (9 ítems), usos dados a las TIC (18) y beneficios de las TIC (16). Al mismo tiempo los ítems de los usos fueron clasificados en académicos y lúdicos; mientras que, los ítems de los beneficios fueron clasificados en académicos, psicológicos y sociales. Así mismo, las preguntas de la encuesta fueron preguntas cerradas y abiertas (dicotómicas, múltiples, y tipo Likert de cinco puntos que van desde nunca hasta siempre, Likert, 1952), tal como se muestra en la tabla 1.

Valor	Significado
1	Nunca se hace uso de las TICS / Nunca se obtiene un beneficio al hacer uso de las TICS
2	Casi nunca se hace uso de las TICS / Casi nunca se obtiene un beneficio al hacer uso de las TICS
3	Regularmente se hace uso de las TICS / Regularmente se obtiene un beneficio al hacer uso de las TICS
4	Casi siempre se hace uso de las TICS / Casi siempre se obtiene un beneficio al hacer uso de las TICS
5	Siempre se hace uso de las TICS / Siempre se obtiene un beneficio al hacer uso de las TICS

Tabla 1. Escala utilizada en la encuesta.

Fuente: Elaboración propia, datos de (Likert, 1952).

Las encuestas se aplicaron en el semestre Febrero – Julio de 2015. Se visitan las aulas de los alumnos para aplicar las encuestas, previa autorización de las autoridades institucionales y del profesor en turno y en ocasiones apoyaron docentes de diferentes asignaturas. Posteriormente los datos son capturados en el software SPSS Ver. 18, creando una base de datos en la que los renglones representan a los diferentes casos y las columnas a las 43 variables a analizar y aquellas de tipo demográfico.

Se hace importante realizar la validación del cuestionario, sin embargo, antes de iniciar el proceso de validación se realizaron análisis para detectar valores extremos, los cuales representan valoraciones que se alejan del promedio analizado. El análisis se realiza para cada uno de los ítems analizados haciendo uso de diagramas de caja y bigote. Los valores extremos son reemplazados por la mediana de los ítems. De la misma manera, se realiza un análisis para detectar valores perdidos, los cuales representan omisiones por parte del encuestado. Dichos valores perdidos también fueron remplazados por la mediana

o segundo cuartil de los ítems.

Con la finalidad de validar el cuestionario que se usa en esta investigación se hace uso del índice alfa de Cronbach (Cronbach, 1951), el cual ya se encuentra integrado en el software SPSS, y su valor mínimo de corte es de 0.7, pero además es importante mencionar que se evalúa la posibilidad de que ese índice se incrementará si se eliminaba alguno de los ítems a analizar, por lo que es posible que el número de ítems al inicio del análisis y al final del mismo sea diferente.

Además, se realiza un análisis descriptivo de los ítems que integran la sección de usos y beneficios en el cuestionario, donde se obtiene la mediana como medida de tendencia central, dado que los valores se encuentran en una escala ordinal, así mismo, se obtiene el rango intercuartílico (RI) de los ítems, el cual es la diferencia entre el tercer y primer cuartil.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

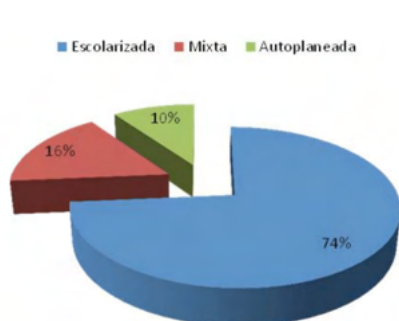
Después de realizar el muestreo de acuerdo a la metodología planteada anteriormente, se han obtenidos un total de 133 encuestas. Con la finalidad de facilitar en entendimiento de los resultados obtenidos, la información se reporta en secciones.

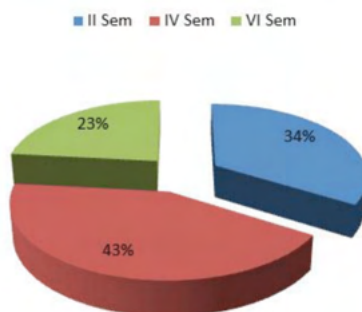
Análisis descriptivo de la muestra

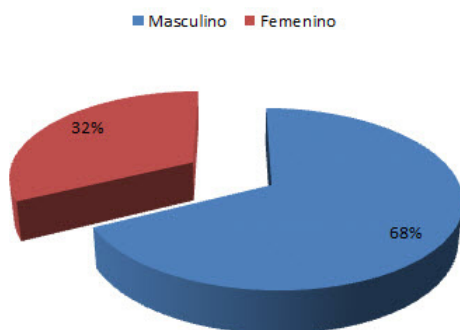
Las 133 encuestas provienen de diferentes modalidades impartidas en la institución, las cueles se encuentran distribuidas tal como se ilustra en la Tabla 2 y en la gráfica 1, donde se muestran los porcentajes de la modalidad, en la gráfica 2, se representan los porcentajes representativos de los semestres, así como en la gráfica 3, se observa el porcentaje representado por sexo.

		Frecuencia	Porcentaje
Modalidad	Escolarizada	98	73.3
	Mixta	22	16.5
	Autoplaneada	13	9.8
Semestre	II	45	33.8
	IV	57	42.9
	VI	31	23.3
Sexo	Masculino	90	67.7
	Femenino	43	32.3

Tabla 2.- Característica de la muestra

Fuente: Diseño personal

Gráfica 1.- Porcentaje de modalidad

Fuente: Diseño personal

Gráfica 2.- Porcentaje por semestre

Fuente: Diseño personal

Gráfica 3.- Porcentaje de género

Fuente: Diseño personal

Validación del cuestionario

En este sentido, al hacer la validación de los ítems de usos y beneficios por separado de las TIC del cuestionario mediante el Índice de Cronbach se obtienen los resultados que se muestran en la Tabla 2. Así mismo, cuando se hace el análisis de ítems de forma general, donde se integran los usos y beneficios que se obtienen de las TIC se obtiene un coeficiente de Alfa de Cronbach superior al valor mínimo de corte, lo cual se ilustra en la misma tabla en la última fila.

Categoría	**Alfa de Cronbach**	**Ítems**
Usos	0.811	17
Beneficios	0.905	16
Usos/Beneficios	0.910	31

Tabla 2. Alfa de Cronbach por categoría del cuestionario utilizado.

Fuente: Elaboración personal, con IBM PASW Stadistics v18.

Cabe hacer mención que al realizar el cálculo de todos los ítems (usos/beneficios) se eliminó un ítem con la finalidad de incrementar el valor del Alfa de Cronbach.

Análisis descriptivo de los ítems

En la Tabla 3 se ilustra el análisis descriptivo de los ítems asociados a los usos que se les da a las TIC, las cuales se encuentran ordenadas de manera descendente de acuerdo a la mediana de los datos. Se observa que el mayor uso académico que los alumnos encuestados les dan a las TIC se refiere a que las utilizan para buscar información para sus asignaturas, así como, también las utilizan para colaborar con otros compañeros para hacer trabajos de sus asignaturas.

En relación a los usos lúdicos que los estudiantes les dan a las TIC, las principales corresponden a la participación en redes sociales, sin embargo también al envío de fotos y videos. Obsérvese que solamente esos dos usos tienen una mediana superior a tres, la que todos los demás tienen valores inferiores.

Usos académicos	**Mediana**	**Primer Cuartil**	**Segundo Cuartil**	**RI**
Las TICS las utilizas para buscar información para tus asignaturas.	4.112	3.215	4.860	1.644
Las TICS las utilizas para colaborar con otros compañeros para hacer trabajos de tus asignaturas.	3.640	2.810	4.442	1.632
Con qué frecuencia los docentes utilizan las TIC en el proceso enseñanza-aprendizaje.	3.422	2.678	4.129	1.451
Las TICS las utilizas para enviar o recibir tareas.	3.108	1.989	4.160	2.171
Las TICS te han servido para resolver problemas matemáticos con mayor rapidez y eficiencia	3.101	2.125	4.085	1.960
Las TICS te han servido para tomar notas (como libreta).	3.042	2.008	3.979	1.971
En la escuela utilizas las TICS como medio de comunicación.	2.685	1.716	3.821	2.105
Las TICS ten ayudan para diseño o dibujo.	2.580	1.566	3.605	2.039
Las TICS las utilizas para enviar preguntas y/o recibir respuestas de tus profesores.	2.356	1.377	3.559	2.182
Las TICS las utilizas para leer periódicos y/o revistas digitales.	1.720	1.055	2.631	1.576
Usos Lúdicos				
Las TICS las utilizas para participar en redes sociales.	3.200	1.777	4.465	2.688
Las TICS son utilizadas para compartir fotos o vídeos.	3.108	2.070	4.167	2.096
Las TICS en la escuela tienen más uso de tipo social o lúdico (juego, ocio, entrenamiento o diversión) que académico.	1.966	1.210	2.977	1.767
Con que frecuencia te distrae el celular en clases.	1.943	1.178	2.961	1.783

Con que frecuencia escucha la radio utilizando las TICS.	1.777	1.069	2.798	1.729
Las TICS son utilizadas para jugar en línea con compañeros.	1.755	1.048	2.837	1.789
En la escuela las TICS las utilizas para descargar música, películas, juegos u otros programas.	1.452	.b,c	2.328	

Tabla 3.- Análisis descriptivo de los ítems – usos

Fuente: Elaboración propia, con IBM PASW Stadistics v18.

En relación a los beneficios obtenidos de los usos de las TIC, la Tabla 4 ilustra a detalle las medidas de tendencia central y de dispersión, los cuales se encuentran ordenados de manera descendente de acuerdo a la magnitud de la mediana. En relación a los beneficios académicos, los estudiantes reportan que consideran que las TIC les permiten hacer la entrega de los trabajos en tiempo y forma, así como, también les aportan una buena y eficaz educación. Obsérvese que esos beneficios son los que tienen una mediana cercana a cuatro y por ende los más importantes, aunque el resto de beneficios merecen ser mencionado, debido a que se refiere a la flexibilidad de la educación y la posibilidad de educación abierta y a distancia, un concepto innovador y reciente.

Beneficios Académicos	**Mediana**	**Primer Cuartil**	**Segundo Cuartil**	**RI**
Consideras que cuando utilizas las TIC entregas los trabajos en tiempo y forma.	3.963	3.152	4.706	1.553
¿Usted cree que las TIC pueden aportar una buena y eficaz educación?	3.893	3.007	4.705	1.698
Haciendo uso de las TICS en la escuela has mejorado tus calificaciones.	3.612	2.746	4.472	1.726
Consideras que las TIC hacen que los procesos formativos sean más abiertos y flexibles.	3.545	2.686	4.390	1.703
El uso de las TIC facilita la comprensión de los contenidos.	3.516	2.718	4.311	1.593
Consideras que las TICS mejoran la comunicación entre los distintos agentes del proceso enseñanza-aprendizaje.	3.475	2.548	4.389	1.841
Al utilizar las TICS en el aula has visto que se ha mejorado el proceso de aprendizaje.	3.430	2.572	4.292	1.719
¿Haciendo uso de las TIC en el ámbito educativo la enseñanza es más personalizada?	3.333	2.493	4.191	1.697
Consideras que las TIC mejoran la comunicación con el profesor.	3.015	2.037	4.011	1.975
Beneficios psicológicos				
Dado a que la motivación es fundamental en el espacio donde se intercambian saberes, ¿las TICS le han servido para motivarse, o cree que no se logra este fin con estas?	3.157	2.344	3.904	1.561

¿Si compara los resultados obtenidos al implementar las TICS y al no implementarla, es de mayor satisfacción el implementarlas?	3.103	2.331	3.868	1.536
El uso de las TIC en el aula consideras que te hace un alumno pasivo	2.974	2.099	3.896	1.797
Beneficios sociales				
¿Las TICS te han permitido trabajar en equipo?.	3.600	2.692	4.500	1.808
Las TICS te han ayudado a tener más compañerismo y colaboración en equipo.	3.239	2.272	4.236	1.964
¿Usted cree que las redes sociales juegan un papel importante en la educación actualmente?	2.763	1.845	3.758	1.912

Tabla 4.- Análisis descriptivo de los ítems – beneficios

Fuente: Elaboración propia, con IBM PASW Stadistics v18.

CONCLUSIONES

Debido a los resultados encontrados del análisis de fiabilidad, se puede concluir que las dos variables latentes de usos que se le dan a las TIC y que se refieren a aspectos de tipo académico y lúdico, tienen validez interna y que sus datos pueden ser utilizados para análisis posteriores, en este sentido el índice Alfa de Cronbach (Matkar, 2012) tiene valores superiores a 0.7, mínimo valor aceptable en un análisis exploratorio, en este caso los resultados son buenos debido a que los resultados son superiores a 0.8. De la misma manera, en relación la validez y fiabilidad que tienen los beneficios que se obtienen del uso de las TIC, se observa de igual forma que tiene un valor superior a 0.7, el índice de Alfa de Cronbach es excelente dado a que el resultado es 0.905. Así mismo, se ha realizado un análisis descriptivo de las variables implicadas en los usos que les dan los alumnos de técnico agropecuario del CBTA 148, así como los beneficios que obtienen de las mismas. Por lo tanto, los objetivos y preguntas de investigación propuestas en esta investigación se han cumplido.

REFERENCIAS

Aravena et al. (2006). “Investigación educativa I,” *AFEFCE / ECUADOR y UNIVERSIDAD ARCIS / CHILE,* consultado por Internet el 4 de Junio del 2015. Dirección de Internet: https://jrvargas.files.wordpress.com/2009/11/investigacion-educativa.pdf

Bisquerra et al. (2009). “Metodología de la investigación educativa,” (2da. Edición). Madrid, España: *La Muralla, S.A.*

Bruns, B. y Luque, J. (2014). “Profesores excelentes, Cómo mejorar el aprendizaje en América Latina y el Caribe,” *Grupo del Banco Mundial,* consultado por Internet el 2 de Junio del 2015. Dirección de Internet: http://www.bancomundial.org/content/dam/Worldbank/Highlights%20&%20Features/lac/LC5/Spanish-excellent-teachers-report.pdf

Cronbach, L. J. “Coefficient alpha and the internal structure of tests,” *Psychometrika*, 16(3): 297-334, 1951.

Likert, R. “A Technique for the measumerement of attitudes,” *Archives of Psychology*, 22(140): 1-55, 1932.

Matkar, A. (2012). “Cronbach’s Alpha Reliability Coefficient for Standard of Customer Services in Maharashtra State Cooperative Bank”, Mumbai: IUP Journal of Bank Management. Recuperado el 25 de Septiembre del 2015 de http://www.abhinavjournal.com/images/Commerce_&_Management/Mar12/7.pdf

SEP (2008). “ACUERDO número 445 por el que se conceptualizan y definen para la Educación Media Superior las opciones educativas en las diferentes modalidades,” *Secretaría de Educación Pública,* consultado por Internet el 2 de Junio del 2015. Dirección de Internet: http://www.copeems.mx/images/pdf/Acuerdo445_SNB.pdf

Vivanco, M. (2005). “Muestreo estadístico diseño y aplicaciones,” (1ra. Edición). Santiago de Chile: Universitaria, S.A.

CAPÍTULO 4

ESTUDO DA DINAMICA DE PASTAGENS POR MEIO DO GEOPROCESSAMENTO

Data de aceite: 01/12/2021
Data de submissão:04/11/2021

Glenda Silva Santos Lara
Mestranda em Produção Animal e Forragicultura, Universidade Estadual de Goiás (UEG) – Campus Oeste
São Luís de Montes Belos
http://lattes.cnpq.br/6667387584759274

Pedro Rogerio Giongo
Docente do Programa de Mestrado em Produção Animal e Forragicultura, Universidade Estadual de Goiás (UEG) – Campus Oeste
São Luís de Montes Belos
http://lattes.cnpq.br/7722106627371401
https://orcid.org/0000-0002-9042-9120

RESUMO: Com o avanço da agricultura, houve consequentemente um aumento na exploração dos recursos naturais, e em função da troca da cobertura vegetal por áreas de cultivo e áreas de pastagens. Esse estudo objetiva apresentar uma revisão bibliográfica sobre a temática da dinâmica de uso dos solos por pastagens, caracterizando os fatores de degradação de pastagens e correlacionando na discussão da aplicação do geoprocessamento ao estudo das áreas das pastagens. A boa produtividade da pecuária relaciona-se a boa produtividade das pastagens, sendo estas o principal alimento do rebanho. Quando há degradação nas pastagens correlaciona-se a diminuição da produtividade agrícola e consequentemente a menor produtividade bovina. Os sistemas de informação geográfica e o sensoriamento remoto facilitam o estudo das pastagens, com o uso de dados coletados por sensores, permitindo um diagnóstico para geração de produtos temáticos que retratam níveis de degradação, índices alterados de perca de pastagens e de água. Otimizando o processo de mapeamento e monitoramento com uso dos sensores de satélites para intervenções na melhoria da produção.
PALAVRAS-CHAVE: Cerrado; SIG; Pastagens degradadas; Forragem; Sensoriamento Remoto.

STUDY OF PASTURE DYNAMICS THROUGH GEOPROCESSING

ABSTRACT: With the advance of agriculture, there was consequently an increase in the exploitation of natural resources, and due to the change of vegetation cover for cultivated areas and pasture areas. This study aims to present a literature review on the subject of characterization of the dynamics of land use by pastures, characterizing the pasture degradation factors and correlating to the discussion of the application of geoprocessing to the study of pasture areas. The good productivity of livestock is related to the good productivity of pastures, which are the main food for the herd. When there is degradation in pastures, it is correlated with a decrease in agricultural productivity and, consequently, a lower bovine productivity. Geographic information systems and remote sensing facilitate the study of pastures, with the use of data collected by sensors, allowing a diagnosis to generate thematic products that portray levels of degradation, altered rates of loss

of pastures and water. Optimizing the mapping and monitoring process using satellite sensors for interventions to improve production.
KEYWORDS: Savanna; GIS; Degraded pastures; Forage; Remote sensing.

1 I INTRODUÇÃO

As pastagens naturais contribuem de forma expressiva com a economia, onde a forragem fornece vasta utilização na alimentação dos rebanhos, abrangendo vários tipos de solos (BARÃO et al, 2021). Com isso apresentam também uma boa contribuição para a conservação do solo, água, fauna e flora, além das atividades de lazer. A utilização dessas pastagens naturais de forma errônea, em sua grande maioria, causa as cargas de animais inadequadas quando comparada à capacidade de produção e aptidão agrícola desses solos (VIBRANS et al., 2021).

Segundo Barão et al. (2021), com a expansão da agricultura, ocorre a exploração predatória dos ecossistemas naturais em função da troca da cobertura vegetal por áreas de cultivo. Esse processo voltado para a rápida alteração na cobertura do solo que de forma intensiva e mal planejada pode ser realizada, tendo como consequência a degradação ambiental dos espaços rurais.

O cerrado brasileiro destaca-se entre as regiões favoráveis a produção e exportação da carne bovina por meio da produção nesses sistemas de pastejo. Mesmo com a vasta área usada para a pecuária no cerrado, boa parte está em estado de degradação devido à falta de correção do solo, ou por ausência de adubação e até pelo uso da terra de forma inadequada, com super lotação e/ou falta de manutenção (SANTINI et al., 2015).

O agro ecossistemas sofrem alterações que modificam os processos químicos, físicos e biológicos diretamente na qualidade ambiental. Esses atributos somando aos indicadores visuais de campo impactam indícios sobre a qualidade do solo e a sustentabilidade agrícola (ROCHA JÚNIOR et al., 2013).

Os problemas causados pelas ações antrópicas correlacionados ao uso dos solos são, o desmatamento da vegetação nativa e uso desordenado de recursos hídricos onde causam danos ao meio ambiente e aceleram os processos erosivos com perda de matéria orgânica dos solos e degradação (SANTOS e BRITO, 2018).

O uso das geotecnologias facilita o monitoramento do uso do solo, com técnicas relativamente simples que fornecem informações e permitem uma avaliação pontual e temporal, a um custo aceitável para reparação e readequação das áreas. As técnicas de sistema de informação geográfica são importantes na adoção ao estudo e monitoramento do uso do solo e a atividades agrícolas (SILVEIRA et al., 2015).

Esse estudo objetiva-se por apresentar uma revisão bibliográfica sobre a temática da caracterização da dinâmica de uso dos solos por pastagens, caracterizando os fatores qualitativos das pastagens e correlacionando na discussão da aplicação do

geoprocessamento ao estudo das pastagens.

2 I REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Dinâmica de uso do solo por pastagens

O uso do solo para fins econômicos tem maior destaque para atividades como a pecuária e exploração de madeira, o que converte a vegetação nativa em pastagens onde abrem espaço para as diversas atividades agrícolas (OLIVEIRA et al., 2020).

De acordo com Ferreira et al., (2019) a expansão da pecuária no Cerrado teve fatores fundamentais como a modernização que promoveu alterações nos moldes produtivos das atividades agrícolas, no pacote tecnológico que envolve: corretivo de acidez do solo, agrotóxicos, maquinários, assistência técnica e com pesquisa além de credito rural.

As atividades agropecuárias resultam em alterações ambientais decorrentes da conversão de ecossistemas para áreas cultivadas, onde posteriormente podem se tornar degradadas por práticas de manejo inapropriadas, podendo impactar por décadas os problemas ambientais e socioeconômicos (PEREIRA et al., 2018).

Segundo Da Fonseca e Santos (2009), uma das vantagens do uso das pastagens é a correlação do potencial produtivo das gramíneas forrageiras em ênfase ao baixo custo do produto animal. Já DIAS FILHO (2011), diz que no caso dos sistemas confinados a quantidade de resíduos orgânicos é considerada baixa quanto a poluição ambiental em pastagens. Porém como desvantagens do uso de pastagens para a produção animal temos o baixo valor alimentício e a estacionalidade de produção das forrageiras tropicais.

Segundo Dias Filho (2014), as pastagens no Brasil decorrem das condições climáticas e extensão continental, onde se destaca diferentes espécies de forrageiras em todo o país. A produção de forragem está relacionada a fertilidade do solo juntamente com as condições climáticas, com a intensidade de pastejo e a altura do corte, tendo como influencia a área foliar que fica após o pastejo ou corte, definindo diretamente no processo de rebrota e recuperação da pastagem (CARVALHO et al., 2017).

Para o aumento da produtividade animal, é visto que os processos de manejo adequado juntamente com a adubação de manutenção refletem de forma significativa na produção de forragem (SANTINI et al., 2015). O potencial de aumento da produtividade tem o ritmo de crescimento junto a pecuária e este vem superando o aumento das áreas de pastagens no País, sendo que um indicativo de aumento da produtividade traduz no aumento da capacidade de suporte (DIAS FILHO, 2014).

Para Pellegrini et al. (2010), entre opções em melhoramento e aumento da produção, temos um enfoque no controle de espécies indesejáveis, onde proporciona mais produção da massa de forragem desejáveis e melhorando a capacidade de suporte nas pastagens.

2.2 Degradação de pastagens no Brasil

A boa produtividade da pecuária no Brasil está ligada à qualidade e produtividade das forrageiras, levando em conta que a pastagem é o principal alimento e muitas vezes exclusivo para o rebanho bovino brasileiro (MOTA JÚNIOR et al., 2020).

Uma pastagem degradada se define como uma área de acentuada diminuição da produtividade agrícola, tendo em consideração o que se espera da área, onde pode ou não perder sua capacidade de manter a produtividade voltada a questão biológica (DIAS FILHO, 2011).

Em relação a degradação das áreas agropecuárias destaca-se à perda de produtividade econômica em termos agrícola, pecuário ou florestal. A degradação ambiental correlaciona-se aos danos ou perdas de populações de espécies animais ou vegetais, ou perda de funções críticas do ecossistema como, as modificações na quantidade de carbono armazenado, quantidade de água transpirada e ciclagem de nutrientes (ARAÚJO et al., 2012).

Tem sido limitante o processo de degradação das pastagens para a pecuária, tirando como foco que apenas a recria e engorda na produção animal em pastagens degradadas é seis vezes menor do que em pastagens em bom estado de manutenção do sistema (SILVA, 2016). Considera-se segundo Dias Filho (2011), uma pastagem degradada em amplas condições dentro de um universo, os extremos dessas condições são denominados "degradação agrícola" e "degradação biológica".

As atividades antrópicas que impactam diretamente os atributos dos solos nas pastagens e subsequente à degradação, destaca-se o manejo do pasto através do uso do fogo, que mesmo sendo inadequado é bastante utilizado. A utilização do fogo para manejo de restabelecimento de pastagens pode causar alterações físicas e químicas no solo, levando assim a degradação onde o solo tende a uma queda continua e acentuada da produtividade (ROCHA JUNIOR et., 2013).

O processo de degradação biológica declina a produtividade de pastagens e correlaciona-se a deterioração do solo, assim, ocorre maior quantidade de solo descoberto na área de pastagem, aumentando a erosão e perda de matéria e nutrientes do solo. Quando citamos a degradação biológica do solo indica uma condição mais drástica de degradação da pastagem, pois se correlaciona também a uma condição de degradação do solo (DIAS FILHO, 2011).

Nos ecossistemas de cerrado o tipo de degradação mais frequente que ocorre nas pastagens é a degradação biológica, onde as áreas cobertas pelas forrageiras vão sendo reduzidas de forma gradual, deixando o solo exposto a ações como intemperismo que resultam em erosão, compactação e perda da matéria orgânica (ARAÚJO et al., 2012).

Nota-se que a degradação de pastagens é um problema antigo e, sua reversão é tentada de forma empírica (MEIRELLES, 2003). Muitas vezes a degradação está associada

a fatores voltados ao manejo, com causas como: escolha da espécie de forragem, má formação inicial, preparação ineficaz do solo, falta de uso de corretivos e fertilizantes, presença de pragas, doenças e plantas invasoras, manejo animal inadequado ou forma incorreta de métodos de conservação do solo (SILVA, 2016).

Recuperação de áreas degradadas é importante para os fins econômicos, ambientais e técnicos, sendo necessárias melhorias na fertilidade e manejo da planta forrageira, onde a calagem e adubação somam para elevar o nível de produção e qualidade das pastagens. Quando a área já está altamente degradada é correta a correção por adubação do solo resultando na recuperação da forrageira (SANTINI et al., 2015).

Por meio da Figura 1 há uma representação de degradação onde Macedo (1999), demonstra o processo crescente no decorrer do tempo quanto a perda da produtividade da pastagem, comparando o processo a uma escada onde no topo há maior produtividade e descendo os degraus tem-se uma maior utilização da pastagem, avançando o nível da degradação.

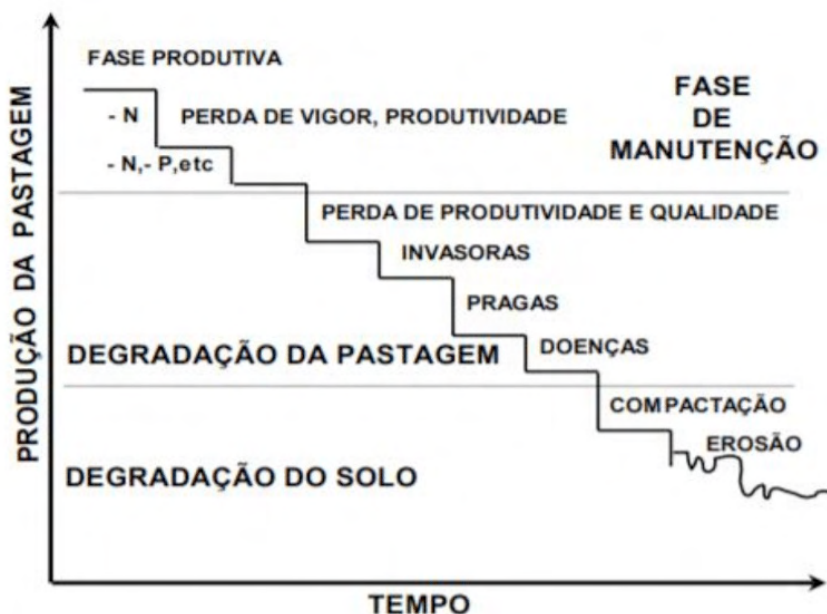



Figura 1 – Representação gráfica de fases da perda produtiva de pastagem em seus processos de degradação no decorrer do tempo (Macedo, 1999).

Fonte: Macedo, 1999

No processo de degradação do solo observa-se que ações de recuperação e renovação trazem respostas mais dispendiosas, contudo o final do processo resulta na ruptura dos recursos naturais, degradação do solo com diminuição das taxas de infiltração, menor retenção de água e consequentemente causando erosão e assoreamento em

lagos e rios (DIAS FILHO, 2011). É difícil detectar o início do processo de degradação nas pastagens, muitas vezes a produção de forragem já está comprometida quando se detecta a degradação, os fatores ligados à degradação relacionam-se ao manejo das pastagens (SILVA, 2016).

Segundo o estudo realizado pela UFG (2017), o cálculo do índice de degradação das pastagens baseados nos dados do CAR (Cadastro Ambiental Rural), demonstram que houve uma redução no número de propriedades classificadas com degradação severa e moderada, e aumentando expressivamente também a classe não degradada como mostra a Figura 2 entre os anos de 2010 a 2018.

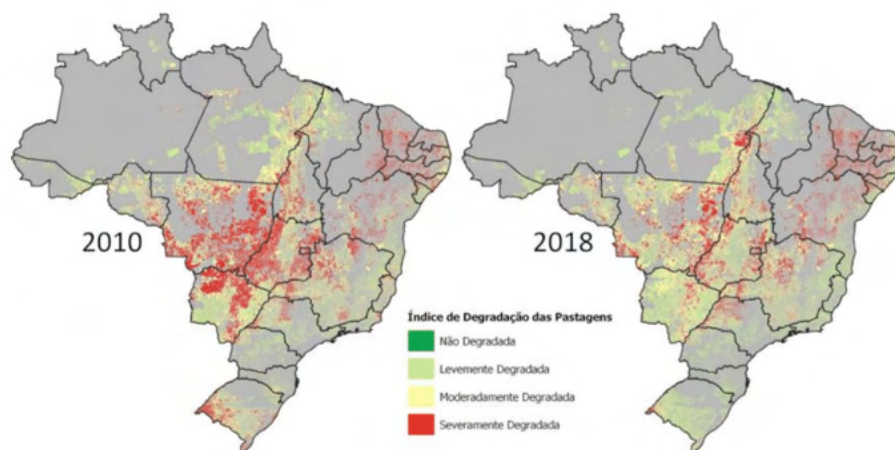



Figura 2 – Índice de degradação das Pastagens – IDP, para as propriedades rurais do Brasil, tendo por referência a base do Cadastro Ambiental Rural – CAR. (UFG, 2020).

Portanto verifica que entre os anos de 2010 a 2018, houve uma significativa melhora na qualidade das pastagens quanto aos niveis de degradação, isso correlaciona-se de acordo com Dias Filho (2011) há ações de recuperação, mudanças na forma de manejo, melhorando a cobertura e nutrientes do solo entre outros.

2.3 Geoprocessamento aplicado ao estudo das pastagens

As técnicas de geoprocessamento com uso de dados coletados por sensores imageadores permitem um diagnóstico para geração de mapas de uma forma dinâmica (SILVA, 2016). Estudos que retratam levantamento dos níveis de degradação nas pastagens através de imagens de satélite têm mostrado dados que revelam estes índices alterados pela perda de solo e água, além da baixa capacidade produtiva, ficando suscetível ao ataque de doenças, pragas e plantas invasoras (SAMBUICHI et al., 2012).

O sistema de informações geográficas (SIG) facilita o monitoramento do uso do solo, com técnicas que favorecem informações pontual e temporal, reparação e readequação

dos usos; favorecendo implementar praticas conservacionistas de acordo com a aptidão agrícola e considerado suas potencialidades e limitações (BARÃO et al., 2021).

A vegetação, a água e o solo são os principais alvos da superfície da Terra. Eles absorvem e refletem as radiações eletromagnéticas em função de suas propriedades específicas, contudo o comportamento espectral da cobertura vegetal e dos solos destaca o uso e aplicação do sensoriamento remoto (SILVA, 2016).

O uso de técnicas para obtenção de informações do sensoriamento remoto, permite a obtenção de dados da superfície terrestre, onde captam e registram de forma refletida a depender da localização dos sistemas de sensores o processo de aquisição de dados terrestres, suborbital e orbital, nos quais os satélites se empregam (SILVA, 2014).

Segundo Mendes (2015), o geoprocessamento oferece informações qualificadas do relevo, da sua estrutura superficial e da fisiologia das paisagens de forma gratuita destes dados quanto da qualidade deles. Os dados obtidos pelos satélites/sensores estão diretamente ligados ao seu processamento com representações da topografia por meio de modelos digitais com relação a sua praticidade e eficiência para satisfação dos objetivos das pesquisas.

O geoprocessamento por meio dos sensores de satélites capta imagens de forma contínua abrangendo grandes áreas e fornecendo informações atuais com técnicas de interpretação visuais e de processamento de imagens (SILVA, 2016).

Os estudos das pastagens se tornam eficaz com o processo de mapeamento e monitoramento, a utilização de imagens adquiridas em diferentes datas permitem a diferenciação, avaliando a qualidade de pastagens em diversas regiões e detectando pastos degradados e intervenções para melhoria da produção (MANABE et al., 2018).

O uso de sensores a bordo dos satélites permite o mapeamento de áreas para entender e monitorar o processo de melhoria das pastagens. Utilizando séries temporais e combinação de índices de vegetação do sensor MODIS, Jakimow et al., (2018).

Segundo Silva et al. (2017), o sensoriamento remoto se destaca como ferramenta importante, onde os dados de sensor remoto soma ao suporte os estudos sobre a superfície da Terra, destacando na obtenção de informações temporais – dados da série Landsat 5 TM (Thematic Mapper), pontuando assim informações que permitem mapear e qualificar as informações das áreas imageadas.

Outras aplicações de dados óticos da série Landsat, está a observação das propriedades da superfície da Terra com resoluções que detectam em boa escala (espacial) as áreas de cultivo, intensidade de pastejo, degradação das pastagens, rebrotas e florestas e até áreas queimadas (SILVEIRA et al., 2015). Dados dos sensores *Moderate Resolution Imagig Spectroradiometer* (MODIS/ Terra), *Thematic Mapper* (LANDSAT 5 TM) e *Operational Land Imager* (LANDSAT 8 OLI), avaliam a qualidade de pastagens usando séries temporais de índice de vegetação do sensor MODIS, destacando pastos degradados e possíveis intervenções para melhorar a produção (MANADE et al., 2018).

Para detectar os diferentes manejos Jakimow et al. (2018), destacam a utilização de um conjunto de séries temporais que classificam as áreas que sofreram queima, rebrote e revolvimento do solo, caracterizando o padrão espectro temporal de diferentes manejos em regiões distintas para uma identificação de pastagens com diferentes produtividades.

O uso do sensoriamento remoto unido as técnicas de NDVI (Normalized Difference Vegetation Index ou Índice de Vegetação por diferença normalizada) tem proporcionado um bom sinal da vegetação, oferecendo contraste com outros objetos da superfície da Terra, com grande potencial de utilidade para agricultura (ANDRADE, 2014).

Por meio da Figura 3, observa que a aplicação do NDVI permitiu avaliar o efeito da sazonalidade e o vigor vegetativo de pastagens, podendo ter maiores valores em períodos chuvosos e de maior cobertura da vegetação, quando comparados ao período seco com vigor vegetativo mais baixo (SILVA et al., 2017).

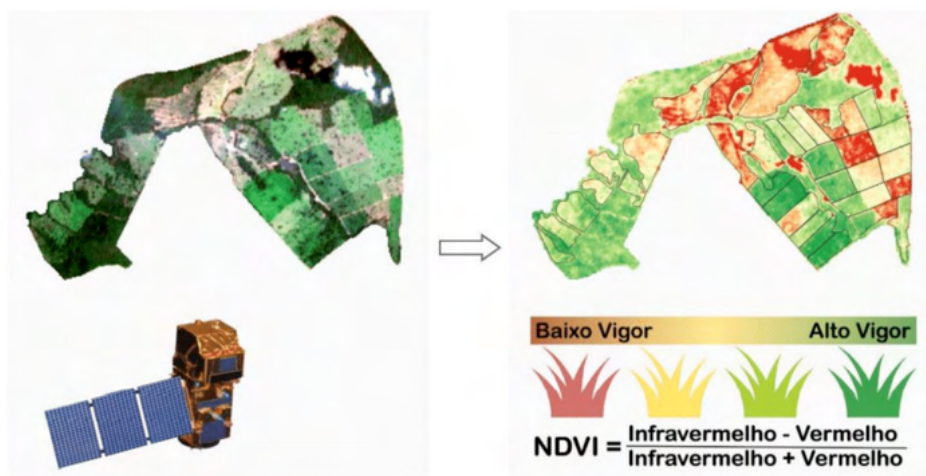



Figura 3 – Normalized Difference Vegetation Index, calculado a partir de imagem de satélite em áeas de pastagem, para uma propriedade rural no estado de Goiás (UFG, 2020).

O uso dos sensores remotos permitem a avaliação da qualidade das pastagens em grande proporção, sendo preciso uma abordagem robusta para minimizar as flutuações no NDVI, isso devido as variações espaço-temporais nas condições ambientais (vegetação, solo e clima), assim entendidas como mudanças da qualidade das pastagens (UFG, 2020).

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pastagens possuem um papel fundamental em toda a produção agrícola e na pecuária do Brasil, garantem um baixo custo de produção de carne boniva. As áreas já desbravadas para a agricultura e pecuária vem sofrendo impactos, o que condiciona a necessidade de estudos e diagnósticos para minimizar e/ou recuperar pastagens em

degradação.

Os indicies produtivos das pastagens degradadas no Brasil é preocupante, porém de outro lado é visto com potencial de aumento da produtividade com a recuperação dessas áreas por meio de técnicas de geoprocessamento que ampliam os estudos, destacando a capacidade de melhoria da cobertura do solo com uso de técnicas capazes de minimizar os impactos como os manejos adequados.

O uso do sensoriamento remoto é uma ferramenta útil no mapeamento de quantificação das áreas bem como a qualidade das pastagens, permitindo relatórios e medidas de recuperação da capacidade produtiva das mesmas.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. A.; LANI, J. L.; VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S.; DIAS FILHO, M. B.; KER, J. C.; & SANTOS, M. V. **Degradação de pastagens: aspectos conceituais, avaliação e alternativas de recuperação**. ARAÚJO, EA; LANI, JL (Organizadores). Rio Branco: SEMA, p. 36-49, 2012.

BARÃO, W. N.; MELLONI, E. G. P.; PONS, N. A. D.; TEIXEIRA, D. L. S. Técnicas de geoprocessamento aplicadas ao estudo do conflito de uso do solo em microbacias do município de Senador Amaral–MG. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 01, p. 439-454, 2021.

CARVALHO, W. T. V.; MINIGHIN, D. C.; GONÇALVES, L. C., VILLANOVA, D. F. Q.; MAURICIO, R. M.; PEREIRA, R. V. G. Pastagens degradadas e técnicas de recuperação: Revisão. **Pubvet**, v. 11, p. 0947-1073, 2017.

DA FONSECA, D. M.; SANTOS, M. E. R. Diferimento de pastagens: Estratégias e ações de manejo**. Anais...**, VII Simpósio e III Congresso de Forragicultura e Pastagens. 1 ed. Lavras: p. 65-88. 2009.

ANDRADE, D. M. Técnicas De Sensoriamento Remoto Em Estudos De Ndvi Do Cultivo De Cana-De-Açúcar No Estado De Alagoas, **Anais**..., V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Belo Horizonte/MG – 2014.

OLIVEIRA, E. R.; SILVA, J. R.; BAUMANN L. R. F.; MIZIARA, F.; FERREIRA, L. G.; DE OLIVEIRA M. L. R. Tecnologia e degradação de pastagens na pecuária no Cerrado brasileiro. **Sociedade & Natureza**, v. 32, p. 626-638, 2020.

DIAS FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação.** Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA**,** 2011. 215 p

DIAS FILHO, M. B. **Recuperação de pastagens e segurança alimentar: uma abordagem histórica da pecuária na Amazônia**. Bebedouro: Editora Scot Consultoria, 2013.

FERREIRA, G. C. V.; MIZIARA, F.; COUTO, V. R.M. Pecuária em Goiás: análise de distribuição espacial e produtiva. **Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 13, n. 2, p. 21-39, 2019.

JAKIMOW, B.; GRIFFITHS, P.; VAN DER LINDEN, S.; HOSTERT, P. Mapping pasture management in the Brazilian Amazon from dense Landsat time series. **Remote Sensing of Environment**, v. 205, p. 453–468, 1 fev. 2018.

MOTA JÚNIOR, E. R.; TRETIN, C. B.; SILVA, I. S.; QUEIROZ, I. L. C.; TRETIN, A. B. Monitoramento Da Degradação Da Pastagem e a Incorporação De Atividades Agrícolas Na Microrregião Do Médio Araguaia/MT. **Revista Geoaraguaia**, v. 10, n. 2, p. 160-174, 2020.

ROCHA JUNIOR, P. R.; SILVA, V. M.; GUIMARÃES, G. Degradação de pastagens brasileiras e práticas de recuperação. **Enciclopédia biosfera**, v. 9, n. 17, p.17, 2013.

MACEDO, M. C. M. Degradação de pastagens: conceitos e métodos de recuperação. In: “Sustentabilidade Da Pecuária De Leite No Brasil” **Anais**..., Juiz de Fora, 1999.

MANABE, V. D. **Métodos para identificação de diferentes manejos de pastagem através de dados de sensoriamento remoto**. 2018. 105 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

MEIRELLES, N. M. F. Degradação de pastagens: critérios de avaliação. Encontro sobre Recuperação de Pastagens, 1, Nova Odessa, 2003. **Anais...** Nova Odessa: OZ, 2003.

MENDES, B. C. Mapeamento geomorfológico aplicado ao estudo do uso e cobertura da terra no Planalto Central.2015. p.77

SANTOS, L. C. L.; BRITO, G. H. M.. Delimitação das áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio dos patos, go e identificação dos conflitos de uso de solo. **Ipê Agronomic Journal**, v. 2, n. 1, p. 53-60, 2018.

SILVA, E. P. da. Geoprocessamento na discriminação de pastagens degradadas utilizando rede neural artificial em imagem IKONOS II. . 2016. .

SILVA, L. A.; LEITE, M. R.; VELOSO, G. A. Ndvi Como Indicador De Alterações Nos Sistemas De Usos Da Terra E No Albedo De Superfície No Município De Várzea Da Palma (Minas Gerais) (Ndvi As An Indicator Of Changes In Land Use Systems And Surface Albedo In The Municipality Of Várzea Da Palma (Minas Gerais). **Revista GeoNordeste**, n. 2, p. 76-94, 2017.

SILVA, S. F. Utilização do sensoriamento remoto na agricultura de precisão: uma análise bibliométrica. **Nucleus**, v. 11, n. 2, p. Xx-xx. 2014.

SANTINI, J. M. K; BUZETTI, S.; GALINO, F. S.; DUPAS, E.; COAQUILA D. N. Técnicas de manejo para recuperação de pastagens degradadas de capim-braquiária (Brachiaria decumbens Stapf cv. Basilisk). **Boletim de Indústria Animal**, v. 72, n. 4, p. 331-340, 2015.

SAMBUICHI, R. H. R.; OLIVEIRA, M. A. C.; SILVA, A. P. M.; LUEDEMANN, G. A sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: impactos, políticas públicas e desafios. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2012. P.53.

SILVEIRA, G. R. P.; CAMPOS, S.; GONÇALVES, A. K.; BARROS, Z. X.; POLLO, R. A. Geoprocessamento aplicado na espacialização da capacidade de uso do solo em uma área de importância agrícola. **Energia na Agricultura**, v. 30, n. 4, p. 363-371, 2015.

VIBRANS, A.C.; NICOLETTI, A. L.; LIESENBERG, V.; REFOSCO, J. C., KOHLER, L. P. A.; BIZON, A. R. .PESSATTI, T. B. Monitora SC: um novo mapa de cobertura florestal e uso da terra de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 34, n. 2, p. 42-48, 2021.

PELLEGRINI, L. G. D.; NABINGER, C.; NEUMANN, M.; CARVALHO, P. C. D. F.; CRANCIO, L.A. Produção de forragem e dinâmica de uma pastagem natural submetida a diferentes métodos de controle de espécies indesejáveis e à adubação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 2380-2388, 2010.

PEREIRA, L. F.; FERREIRA, C. F. C.; GUIMARÃES, R. M. F. Manejo, qualidade e dinâmica da degradação de pastagens na Mata Atlântica de Minas Gerais-Brasil. **Nativa,** v. 6, n. 4, p. 370-379, 2018.

UFG. **Dinâmica das Pastagens Brasileiras: Ocupação de áreas e indícios de degradação – 2010 a 2018**. LAPIG, 2020. Disponível em: < https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/estudo-mostra-reducao-de-26-8-milhoes-de-hectares-de-pastagens-degradadas-em-areas-que-adotaram-o-plano-abc/Relatorio_Mapa1.pdf> Acesso 09. out. 2021.

CAPÍTULO 5

SILAGEM DE MILHO ENRIQUECIDA COM PALMA FORRAGEIRA E PÓ DE ROCHA PARA SUPLEMENTAÇÃO DA DIETA DE RUMINANTES

Data de aceite: 01/12/2021
Data de submissão: 19/10/2021

Níbia Sales Damasceno Corioletti
Universidade Estadual de Goiás – UEG
São Luís de Montes Belos – GO
http://lattes.cnpq.br/1946912026519162

José Henrique da Silva Taveira
Universidade Federal de Lavras – MG e
Universidade Estadual de Goiás – UEG
Santa Helena de Goiás – GO
http://lattes.cnpq.br/1359434613878518

Luciane Cristina Roswalka
Universidade Federal de Lavras- MG e
Universidade do Estado de Mato Grosso- MT
Nova Xavantina - MT
http://lattes.cnpq.br/5207564077071838

RESUMO: Nas regiões onde ocorre estacionalidade climática, a conservação do alimento na forma de silagem apresenta-se como uma ótima alternativa de suplementação volumosa para rebanhos bovinos, uma vez que a oferta do pasto encontra-se indisponível devido à dificuldade de crescimento das forrageiras. Entre as plantas aptas à produção de silagem a cultura do milho é a mais requisitada devido seu alto valor energético, excelente padrão fermentativo e facilidade de manuseio. Neste contexto, o uso de aditivos no processo de preparação da silagem de milho, pode reduzir perdas, inibir o crescimento de microorganismos deteriorantes, promover um ambiente adequado para produção do ácido lático e fornecer maior teor de nutrientes. Desta forma, objetivou-se com este trabalho realizar uma revisão literária sobre o uso da palma forrageira e pó de rocha para o enriquecimento da silagem de milho. Com base na literatura exposta conclui-se que o uso de aditivos como a palma forrageira e o pó de rocha na preparação da silagem melhora as características fermentativas e agrega maior valor nutricional ao volumoso.

PALAVRAS-CHAVE: Nutrição; rochagem; cactácea; bromatologia; fungos patogênicos.

CORN SILAGE PRODUCED WITH FORAGE PALM AND ROCK POWDER FOR SUPPLEMENTATION OF RUMINANT DIETS

ABSTRACT: In regions where there is a marked climatic seasonality, the conservation of food in silage form is an excellent alternative for roughage supplementation for cattle herds. It occurs since the supply of pasture decreases due to the difficulty of forage growth during the dry season. Among the plants suitable for silage production, the corn is the most requested due to its high energy value, excellent fermentation pattern and ease of handling. In this context, the use of additives in the corn silage processing may reduce losses, inhibit the growth of spoilage microorganisms, promote an adequate environment to produce lactic acid and provide a higher nutrient content. The scope of this work was to compile a literature review about the use of forage cactus and rock powder for the enrichment of corn silage. Based on this search, it is evident that the use of additives such as forage cactus

and rock powder in the preparation of silage improves the fermentative characteristics and adds greater nutritional value to the roughage.
KEYWORDS: Nutrition**;** rock powde; cactus; bromatology; pathogenic fungi.

1 I INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte brasileira, ocupa lugar de destaque dentro do cenário do agronegócio mundial, devido ao país ser detentor do maior rebanho comercial do mundo e encontra-se na posição de segundo maior produtor e exportador de carne bovina (CARVALHO; ZEN et al., 2017).

Uma alternativa bastante eficiente para suprir a escassez de alimento no período de estiagem, é o fornecimento do alimento na forma de silagem. Esse método de conservação da forragem possibilita que os animais atendam suas exigências nutricionais sem haver a necessidade de reduzir a massa corporal até que se inicie novamente o período chuvoso (FERNANDES et al., 2016).

O milho (*Zea mays* L.) desempenha um papel relevante no contexto agrícola nacional, justamente, por ser a segunda *commoditie* de maior expressividade econômica do Brasil e um dos cereais mais produzidos em todo o mundo (SOUZA et al., 2017). Além do mais, a comercialização do grão influência diretamente sobre a viabilidade da atividade agropecuária, uma vez que grande parte das dietas formuladas para ruminantes baseia-se no cereal como matéria-prima (BENINE et al., 2020).

Outros fatores qualitativos desejáveis, como conteúdo adequado de nutrientes, maior produção de matéria seca por unidade de área e elevada capacidade de fermentação dentro do silo, que fazem do milho um excelente forrageiro para aquisição de silagem de planta inteira (RABELO et al., 2014).

O emprego de aditivos no processo de preparação da silagem, melhora as características fermentativas e agrega maior valor nutricional ao volumoso (ANDRADE et al., 2012; SANTOS, 2019). A utilização da palma forrageira como aditivo, pode ser vantajoso no sentido de incrementar o teor nutricional da silagem de milho, devido ao teor de carboidratos não fibrosos (SILVA et al., 2013), e a produção do ácido acético com propriedades antifúngicas, um benefício adicional no controle de patógenos deteriorantes (MOON, 1983).

O uso do pó de rocha como aditivo pode ser interessante, por se tratar de um produto resultante da moagem das rochas, que gera impactos mínimos ao meio ambiente e contribui para redução dos custos da atividade agropecuária. Capaz de fornecer nutrientes a plantas e animais, porém, consiste em uma tecnologia relativamente nova em quesitos de sustentabilidade e carência de estudos (EMDRAGO,2021).

Em países de clima tropical, diversos são os questionamentos levantados acerca da escassez hídrica, da falta de alimento volumoso para ruminantes, do uso de aditivos

na produção de silagem e da qualidade das silagens fornecidas aos animais. Portanto, a busca por alternativas viáveis que possam suplementar e enriquecer a dieta de rebanhos em períodos de estacionalidade de produção de forragens, tornam-se extremamente necessárias. Sendo assim, objetivou-se com o presente estudo realizar uma revisão literária sobre a silagem de milho enriquecida com palma forrageira e pó de rocha para suplementação da dieta de ruminantes.

2 I REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Caracterização e produção da planta de milho

O milho pertence à família *Gramineae/Poaceae* (MAGALHÃES, 2002), Subfamília Panicoideae, gênero Zea e espécie *Zea mays* L (MÔRO; NETO, 2017). Globalmente, os principais países produtores de milho são Estados Unidos, China, Brasil, Índia, França, Indonésia e África do Sul (CRUZ, 2016).

Devido suas propriedades nutricionais, o milho tem sido usado na alimentação animal e humana, e também como fonte de insumo para fabricação de uma vasta gama de produtos industriais derivados, dentre os quais destacam-se, principalmente, as rações empregadas nas dietas de animais, assim como os óleos, amidos, farinhas, xarope de glucose, margarinas e canjicas (PAES, 2006; LENZ et al., 2011; SOLOGUREN, 2015).

Aproximadamente 70% do milho cultivado no território nacional é designado para a nutrição animal (PAES, 2006). Ano após ano, a área agrícola do milho tem crescido sistematicamente no Brasil, as inovações tecnológicas empregadas nos sistemas de cultivo, a expansão das áreas onde a soja é cultivada na 1ª safra (CONAB, 2018), a adoção do plantio direto, elevados investimentos no controle de pragas e doenças e a otimização no uso dos insumos agrícolas fizeram com que o milho alcançasse outro patamar produtivo (ARTUZO et al., 2017).

Na safra 2018/2019, segundo os dados evidenciados pela CONAB, a área plantada de grãos foi de 62. 958, 6 mil ha, com acréscimo avaliado em 2% em relação à safra 2017/2018, totalizando em 1. 236,8 mil ha. Nesse mesmo período o milho segunda safra apresentou incremento de 7,8%, resultando em um crescimento 12. 428, 3 mil há, e Mato Grosso, o principal estado produtor, apresentou uma produção de 31.144, 500 toneladas, 18,9% superior às 26. 201. 200 toneladas colhidas na última safra (CONAB, 2018)

Já na safra 2019/2020, o país produziu 257,8 milhões de toneladas em grãos, apresentando um incremento de produção 4,5% acima do obtido no exercício anterior. Sendo, que para o milho, houve um aumento de produção avaliado em 2,5%, que resultou em uma safra recorde de 105,5 milhões de toneladas (CONAB, 2019).

Contudo, o décimo primeiro prognóstico de milho em grão, para 2021, estimou uma produção de 86,7 milhões de toneladas, redução de 15,7% em relação à safra anterior, o

que representou em uma queda de 21,1% na produtividade. De acordo com a Conab (2021), essa redução na segunda safra de milho em todas as regiões do país, foi influenciada, principalmente, pelo atraso na janela de plantio mediante a colheita tardia da soja, restrição hídrica um pouco mais abrangente, e ocorrência de geadas durante o desenvolvimento das lavouras no campo. De modo que, apesar do acréscimo de 8% da área plantada, os efeitos das condições adversas derrubam drasticamente os níveis de produtividade para 4.056 kg/ha.

A ensilagem é uma técnica de conservação da forragem através da acidificação do material ensilado (WESS, 1996). O processo ocorre em meio anaeróbio, mediante a ação de microorganismos, principalmente, das bactérias produtoras do ácido lácteo, que após dá origem ao processo fermentativo, metabolizam os carboidratos solúveis e convertem em ácidos orgânicos (RUTENBERG et al, 2016), como resultado desta produção obtém-se os ácidos lácteos, acéticos e propiônicos (MCDONALD et al., 1991). Neste sentido, enquanto houver o acúmulo dos ácidos no material, o pH mantem-se reduzido, tornando assim o ambiente ácido e é essa acidez e a atividade anaeróbia, que preserva o alimento e inibe o desenvolvimento de microorganismos patogênicos (clostrídios, enterobactérias, leveduras, bacilos e fungos toxigênicos) (MACÊDO et al., 2019).

Para tanto, a finalidade do processo de ensilagem, é preservar ao máximo os nutrientes e a qualidade do material ensilado (MORAES et al., 2013), de forma que a composição química da silagem seja semelhante aquelas encontradas na forragem fresca (NOVAES, 2004).

Dentre as plantas gramíneas a cultura do milho é a espécie mais empregada em processos de fabricação de silagem, em detrimento de sua composição bromatológica e por apresentar características de qualidade como, teor de matéria seca (MS) entre 30 a 35%, presença de carboidratos solúveis menor que 3% no material de origem, baixo poder tampão e boa capacidade de fermentação mediante a ação de microorganismos aeróbios (NUSSIO et al., 2001; DEMINICIS et al.,2009).

Além disso, trata-se de uma planta que possui metabolismo fotossintético C4, o que atribuí a mesma elevada eficiência em seus processos fisiológicos, bem como maior potencial produtivo (FRANCELLI, 2017). No entanto, é uma cultura que demanda uma elevada necessidade hídrica, e condições ambientais de déficit hídrico é um fator limitante a sua produção, uma vez que o fluxo de radiação incidente favorece a evapotranspiração (BERGAMACHI et al., (2004).

2.2 Milho na produção de silagem

A medida que avança o estádio de maturação, plantas de milho tende a apresentar maior teor de matéria seca (MS), lignina e fibra em detergente neutro (FDN) (DEMARCHI, 2001). Tais fatores consequentemente afetam a digestibilidade e posteriormente interferem no aproveitamento de nutrientes pelos animais (CAMPOS et al., 2020). Contudo, o momento

ótimo para a colheita do milho destinado a fabricação de silagem, ocorre quando a planta atinge de 1/2 a 2/3 do grão. Nessa etapa, geralmente, o teor de fibra encontra-se reduzido e há maior concentração de amido no material (CAETANO,2001; CRUZ, 2016; CÂNDIDO, 2020).

Entretanto, alguns critérios devem ser respeitados para que a silagem de milho atinja padrão elevado de fermentação e conservação por períodos prolongados, começando pela escolha do híbrido, seguido por tamanho apropriado de partícula, descarga, compactação (NEUMANN et al., 2017); tipo de solo, dimensionamento do silo, vedação e abertura (LIMA et al., 2017). Da mesma forma que, as características intrínsecas do material a ser ensilado, devem ser consideradas, em função de sua composição química, carboidratos solúveis, população epifítica, substâncias tamponantes, produção de ácidos orgânicos e capacidade tampão (DRIEHUIS; VAN WIKSELLAR, 2000; MACEDO et al., 2019).

Os processos fermentativos foram divididos nas fases: aeróbia, fermentativa, estabilização e abertura (WEINBERG; MUCK, 1996). Fase (1): a concentração de oxigênio dentro do silo ainda é elevada, e mesmo com uma ótima compactação e vedação do material, perdas mínimas podem acontecer por meio da absorção do oxigênio residual através da ação dos microorganismos e células da planta ensilada (MACDONALD; WHITTENBURY, 1973). Fase (2): o material fica mantido em meio anaeróbio, ocorre a queda do pH e consequentemente a formação dos ácidos orgânicos. Fase (3): a acidez presente no ambiente e a condição anaeróbia impede a proliferação de microorganismos prejudiciais a ensilagem. Fase (4): o material ensilado fica exposto novamente a presença do oxigênio, através do fornecimento da silagem aos animais (JOBIM; NUSSIO, 2013). Porém, a atividade microbiana nesta última fase ocasiona a proliferação de leveduras e fungos filamentosos que são os principais precursores do processo de deterioração aeróbia em silagens (PAHLOW et al., 2003).

2.3 Pó de Rocha como fonte alternativa de aditivo

Aditivos são qualquer ingredientes de composição natural ou industrial que quando adicionados de modo intencional à forragem, no momento da ensilagem, favorecem a fermentação, redução de perdas e a estabilidade aeróbia. Atualmente, diversos aditivos são utilizados para a finalidade de enriquecimento nutricional e melhoria do teor de matéria seca das silagens, objetivando um desempenho animal satisfatório (YTBAREK; TAMIR, 2014).

De acordo com McDonald (1991), os aditivos foram classificados em tipos: estimulantes de fermentação (agem na presença de bactérias ácido lácteas), inibidores de fermentação (atuam impedindo a fermentação total ou parcial), inibidores da deterioração aeróbia (controlam a deterioração do material impossibilitando o desenvolvimento de microorganismos patogênicos), aditivos nutrientes (modificam o valor nutricional da silagem) e aditivos adsorventes (aumentam o teor de matéria seca com intenção de diminuir as

perdas de nutrientes por efluentes).

Sabe-se que os elementos minerais desempenham um papel relevante na nutrição de ruminantes, sendo que contribuem para a boa condição fisiológica do animal, ingestão da MS (matéria seca), desempenho produtivo e há indícios que os minerais influenciam na absorção de nutrientes (ANDRADE et al., 2015).

As espécies minerais das rochas são variadas em sua textura e composição química (LUCHESE et al., 2002). No pó de rocha, frequentemente, são encontradas quantidades notáveis de nutrientes como o potássio (K), fósforo (P), enxofre (S), magnésio (Mg), cálcio (Ca), zinco (Zn), cobalto, molibdênio (Mn) e cobre (Cu) (THEODORO et al., 2005).

O consumo da pecuária brasileira em relação ao uso de minerais ainda é muito baixo quando comparado ao tamanho do rebanho. No que diz respeito, ao desempenho animal, a disponibilidade de nutrientes pode afetar a exigência de ganho. Considerando, por exemplo, um animal com exigência de16g de fósforo ao dia, em função de uma dieta deficiente consegue ingerir apenas 10g/dia, mesmo obtendo quantidades adequadas de energia e proteína, dificilmente conseguirá obter ganho de 1kg/dia se a disponibilidade de P encontrar-se limitada. Remitindo ao fato, que nem sempre, as dietas formuladas asseguram uma suplementação mineral efetiva (DE MEDEIROS, 2015).

Por conseguinte, o P e o Ca são nutrientes intimamente ligados ao metabolismo animal, de forma que a ausência de um dos mesmos na dieta, pode limitar o desempenho dos ruminantes (EMDAGRO, 2021).

Evangelista e Lima (2002), constataram que a silagem de milho possui teores reduzidos de fósforo, cálcio e proteína bruta, o que faz com que a suplementação desses nutrientes seja indispensável na dieta dos animais alimentados com essa silagem.

Em seu estudo sobre a farinha de rocha no enriquecimento alimentar de galinhas poedeiras, a empresa de desenvolvimento agropecuário do estado do Sergipe (EMBRAGO), constatou que a farinha de rocha misturada ao milho triturado possibilitou mudanças positivas no quadro sintomático das galinhas poedeiras, inibindo por completo a coriza infecciosa e controlando a mortandade de pintos durante um período de dois meses de uso. Também foi verificado no mesmo estudo, que a adição do pó de rocha junto ao milho triturado na dieta das aves, promoveu a obtenção de ovos com cascas mais duras e de gemas com coloração mais intensa do que a obtida anteriormente sem o uso do produto (EMDRAGO, 2021).

2.4 Palma forrageira como aditivo alternativo

A palma forrageira, uma planta típica de regiões áridas e semiáridas, possui uma imensa capacidade de adaptação a condições adversas, desenvolvendo-se satisfatoriamente tanto em solos de baixa fertilidade quanto em solos de alta produtividade (GUSHA et al., 2015; EDVAN et al., 2020). Progressivamente, vem sendo explorada como fonte alternativa de recurso alimentar para rebanhos de bovinos, ovinos e caprinos, de

forma associada a outros alimentos fibrosos e proteicos (DUBEUX JUNIOR et al., 2010).

Essa cactácea ao longo dos anos desenvolveu mecanismos de alta eficiência no aproveitamento da água, conferindo-lhe em uma especificidade única, que está estritamente associada ao metabolismo ácido das crassuláceas (CAM) (NUNES et al., 2017). Neste processo fotossintético diferenciado, a captura do CO_2 ocorre durante a noite após abertura dos estômatos e o fechamento estomático dá-se durante o dia, tornando a planta ágil na captura hídrica (NOBEL, 2001). Nas zonas com forte tendência à seca, o uso de alimentos não-convencionais que retém conteúdo de umidade, constitui-se na melhor opção para garantir a viabilidade da produção de bovinos (PORDEUS NETO et al., 2016; CARDOSO et al., 2019).

A família Cactaceae possui mais de 100 gêneros, sendo que 40 destes são encontrados no território nacional. Entretanto, as espécies dos gêneros Nopalea e Opuntia são as mais exploradas na alimentação de ruminantes devido ao excelente potencial energético (MARQUES et al., 2017). As formas de utilização da palma são inúmeras a começar do consumo in natura, produção de silagem, preparo do farelo (GALVÃO et al., 2014), fins ornamentais, medicinais, culinários, industriais entre outros (NUNES, 2011).

Todavia, a composição química da palma forrageira pode sofrer alterações de acordo com a espécie, a idade fisiológica, os tratos culturais empregados, os elementos climáticos (FERREIRA et al., 2003), a posição de cladódios e fatores genéticos e de manejo (PESSOA et al., 2020).

Apresenta teores elevados de macronutrientes como magnésio, potássio e cálcio, alta concentração de carboidratos não fibrosos (CNF) e grau elevado de digestibilidade da matéria seca (CAVALCANTE et al., 2008). No entanto, possui teores baixos de proteína bruta, matéria seca (CAVALCANTE et al., 2014), fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido (COSTA et al.,2010).

Tais características, no ponto de vista nutricional não são adequadas para o bom funcionamento ruminal, em virtude da quantidade reduzida de fibra (RODRIGUES et al.,2016; LEITE et al., 2018), uma vez que a FDN mínima recomendada para a dieta de ruminantes é de 25% e de 19% de FDN efetiva (DE SÁ et al., 2021). Devido a isso, a palma forrageira não pode ser utilizada de forma isolada como único alimento, mas sim em conjunto com uma outra fonte de fibra e proteína (ALMEIDA, 2012).

Ainda assim, quando desidratada a forrageira é capaz de fornecer um excelente concentrado energético para rebanhos durante a seca, assegurando a boa condição corpal, podendo inclusive alcançar ganhos razoáveis (SANTOS et al., 2018).

Conceição et al., (2018), constataram que a palma forrageira pode substituir em até 55% o farelo de trigo na dieta de novilhos mestiços, garantindo maior eficiência no consumo da MS e síntese de proteína microbiana.

Monteiro et al., (2018), analisando uma nova variedade de cactos para vacas leiteiras em áreas infestadas com *Dactylopius opuntiae*, observaram que a utilização da palma

forrageira em uma dieta com taxa de volumoso concentrado de 70:30 supriu a exigência nutricional desses animais e possibilitou rendimento médio de 20 kg/ dia.

Arreola et al., (2019), verificaram que quando a palma forrageira foi adicionada à silagem de milho, houve um incremento de peso de 41%, em relação a determinados parâmetros ruminais de cinética de produção de gás. Dessa forma, dietas que possuem palma forrageira como componente, promovem um melhor aproveitamento ao elevar a digestibilidade das fibras, devido apresentar comportamento de fermentação de carboidratos similares as dietas ricas em matéria seca por peso seco (DE OLIVEIRA et al., 2021).

Silagens de palma, normalmente podem apresentar períodos de estabilidade aeróbia excedente a 96 h, em função da quantidade elevada de ácido acético (PEREIRA et al., 2019). Quando comparada aos inoculantes presentes no mercado que convertem a glicose em ácido lático, etanol e gás carbônico (heterofermentativos), a palma, possui maior eficiência na estabilidade aeróbia e na redução de perdas durante a ensilagem. Por essa razão tem sido considerada uma alternativa promissora (SANTOS et al., 2020).

2.5 Determinação da qualidade da silagem

Para determinar a qualidade nutricional da silagem, é preciso utilizar-se de métodos e técnicas laboratoriais (BARROCAS et al., 2017). O grau de degrabilidade da matéria-prima influencia diretamente na escolha da dieta balanceada para os animais, sendo está, preferencialmente, rica em minerais, proteínas e energia. Em vista disso, a matéria-prima deve ser analisada de forma fresca, química e após a abertura do silo (CRUZ et al., 2001). Entretanto, poucos são os produtores que aderem a realização de análises laboratoriais para verificação da qualidade do material ensilado, em torno de 10% respectivamente. Geralmente, os motivos relacionam-se a falta de conhecimento e percepção das vantagens do planejamento alimentar (PEREIRA, 2013).

Para realização de analises em laboratório, as amostras do material devem ser coletadas e processadas adequadamente, de modo que o teor nutricional do alimento não seja comprometido. Ademais, após a abertura do silo, a coleta das amostras é efetuada em diferentes pontos e profundidades, sob condições assépticas (CRUZ et al., 2001). Limites superiores, inferiores e próximos as laterais devem ser evitados, a fim de que partes do material degradado não seja inclusa na amostra (RONBISON et al., 2016).

Usualmente, para avaliar a composição bromatológica em silagens, os parâmetros empregados são matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE) e material mineral (MM) (FONSECA et al., 2002).

2.6 Degradação aeróbia na silagem de milho

Em todo o mundo, a deterioração aeróbia de silagens durante a fase de alimentação é considerada um grave problema, que ocasiona perdas de matéria seca e reduz

drasticamente a quantidade de nutrientes presentes na ração (BORREANI et al.,2018). Além, de intensificar os riscos de contaminação por micotoxinas e endotoxinas em animais e humanos (FERRERO et al., 2019).

Micotoxinas são metabólitos secundários de baixo peso molecular produzidos (sintetizados) em sua maioria por fungos dos gêneros *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., e *Alternaria* sp. (KELLER et al., 2013), e sua ocorrência em alimentos compromete a qualidade e a segurança dos mesmos (ICBAL, 2021).

O milho é um substrato favorável ao crescimento de microorganismos potencialmente patogênicos, devido sua composição nutricional oferecer níveis adequados de carboidratos, lipídeos e proteínas (GUIMARÃES et al., 2010). Silagens infectadas por bolores, podem produzir efeitos negativos em animais. Desde a simples recusa do alimento, redução na taxa de ingestão, até maior vulnerabilidade a doenças, que consequentemente promove queda nos índices de fertilidade e produtividade (CHELI, 2013).

Fungos filamentosos dos gêneros *Fusarium* sp., e *Alternaria sp*. colonizam a cultura ainda no campo, sob condições de umidade relativa em torno de 90 a 100% (ATUI; LAZZARI, 1998). Quando submetidos a situações de estresse desenvolvem mecanismos de quiescência, que os concede sobrevivência, inclusive, em meio ácido e anaeróbio como da ensilagem (DEACON, 2006). De modo, que durante a fase de abertura do silo, microorganismos que até então permaneciam inativos, retomam novamente o seu crescimento vegetativo mediante a difusão do oxigênio na massa ensilada (WOOLFORD, 1990).

No entanto, vale a pena evidenciar que são as leveduras as principais iniciadoras do processo de deterioração em silagens (PAHLOW et al., 2003). Estes patógenos, possuem habilidade de se desenvolver sob pH baixo e em ambientes onde há baixa oferta de oxigênio (MCDONALD, 1991). Consumindo carboidratos solúveis e ácidos orgânicos em água, criando um cenário adequado para o desenvolvimento de outros micróbios, como os fungos e as bactérias (ZHANG et al., 2018). Nas silagens de milho, o equilíbrio da conservação é quebrado quando as leveduras atingem níveis populacionais superiores a 10^5 UFC g^{-1}(MUCK, 2004).

FERRERO et al., (2019), analisando o aumento de aflatoxinas devido à multiplicação Flavi da seção de *Aspergillus* durante a deterioração aeróbia da silagem de milho tratada com diferentes inóculos de bactérias, relataram que a espécie *Aspergillus flavus* mostrou capacidade de sobreviver na silagem em condição anaeróbia, revivendo após a inibição perdida, devido à alta temperatura e pH baixo.

Richard et al., (2007), detectaram uma alta frequência de fungos toxigênicos em silagens, onde obtiveram maior predominância para as espécies Penicillium *requeforte, Aspergillus fumigatus* e *Byssochlamys*. A espécie *P. requeforte* é capaz de tolerar ambientes ácidos, com baixa disponibilidade de oxigênio, e concentrações elevadas de CO_2 (O'BRIEN et al., 2008). *A. fumigatus* trata-se de um patógeno oportunista, cujo risco

está associado a produção da gliotoxina, fumitremorgina, fumigaclavina, e toxinas A e C. Resultando em casos graves de intoxicação respiratória em homens e animais (PEREYRA et al., 2008). Algumas espécies, como *F. oxysporum*, *Monascus ruber* e *P.paneum* também são tolerantes a presença de ácidos orgânicos e dióxido de carbono (STORM et al., 2008; BORREANI e TABACCO, 2010; CHELI, 2013; DRIEHUIS,2013).

Keller et al., (2012), verificando a incidência de fungos toxigênicos e de micotoxinas em silos de milho antes e após a fermentação, constataram que houve uma ocorrência muito elevada de fungos nos materiais analisados, principalmente, para espécies de *Aspergillus flavus*, *Fusarium verticillioides* e *Penicillium citrinum*. Sendo 25% destes encontrados nas amostras pré-fermentadas e 70% nas pós-fermentadas, observando-se que durante o processo de fermentação a contagem total de fungos aumentou significativamente, excedendo os limites de qualidade recomendados para rações animais (1 104 UFC g [1]). Resultados semelhantes foram obtidos por autores como (GONZALEZ e PEREYRA et al., 2008; MORENO et al., 2009; ELSHANAWANY et al., 2005).

Outros microorganismos também podem favorecer esse processo deteriorativo da silagem de milho, multiplicando mais tarde em sucessão as alterações microbianas (WILKINSON; DAVIES, 2012) como algumas bactérias do gênero Clostridium (DUNIÈRE et al., 2013); enterobactérias (OUDE ELFERINK, 2000); listérias e bacillus (QUEIROZ et al., 2018).

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de silagem constitui-se em uma ótima alternativa de suplementação nutricional para ruminantes. O uso de aditivos como a palma forrageira e o pó de rocha na alimentação dos animais pode oferecer vantagens nutricionais e de propriedades antifúngicas. No Brasil e no mundo existe uma escassez de trabalhos sobre a utilização do pó de rocha como aditivo, o que remete a necessidade de realização de pesquisas fundamentadas e consistentes. Estudar a população de microrganismos patogênicos na silagem de milho é imprescindível para conhecer a origem do problema e desenvolver estratégias de prevenção e controle da contaminação.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. F. Palma forrageira na alimentação de ovinos e caprinos no semiárido brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 7 (4), 08-14, 2012.

ANDRADE, A. P.; QUADROS, D. G.; BEZERRA, A. R. G.; ALMEIDA, J. A. R.; SILVA, P.H. S. Aspectos qualitativos da silagem de capim-elefante com fubá de milho e casca de soja. **Revista Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 1209-1218, 2012.

ANDRADE, D. R.; GOMES, G. M. F.; LOPES, M. N.; COSTA, J. F. M.; SILVEIRA, W. M.; MARANHÃO, T. D.; CÂNDIDO, M. J. D. Teores de cálcio e fósforo na parte aérea da palma forrageira cv. Gigante sob diferentes cultivos em Quixadá-CE. In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, Fortaleza, 2015. **Anais...** ABZ, Fortaleza. 2015. (CDROM).

AOAC (1980). AOAC, Association Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 13. ed. Washington: AOAC, 1015p. 1980.

ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; SILVA, L. X. Agricultura de precisão: inovação para a produção mundial de alimentos e otimização de insumos agrícolas. **RevistaTecnologia e Sociedade**, v. 13, n. 29, p. 146-161, 2017.

ATUI, M. B.; LAZZARI, F. A. Monitoramento de fungos em milho em grão, grits e fubá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** v. 18, n. 4, p. 363-367, 1998.

BARROCAS, G. E. G.; TANURE, J. P. M.; GOMES, R. C. Análises bromatológicas para determinação da qualidade nutricional de forrageiras? Compêndio de POPs. **Embrapa Gado Corte-Documentos** (INFOTECA-E), 2017.

BENINE, M. C.; CARVALHO, W. T. V.; PEREIRA, R. V. G.; TAVARES, Q. G. MINIGHIN, D. C.; NUNES, R. F. J.; SOUZA, L. P. F.; RIBEIRO, C. H. M.; SILVA, L. C. Avaliação química da silagem de grão de milho reidratado em diferentes níveis de adição de água. **PUBVET**, v. 14, p. 119, 2020.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, G. A. M.; MÜLLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 831-839, 2004.

BORREANI, G.; TABACCO, E. The relationship of silage temperature with the microbiological status of the face of corn silage bunkers. **Journal of Milk Science**, v. 93, n. 6, p. 2620-2629, 2010.

BORREANI, G.; TABACCO, E.; SCHMIDT, R. J.; HOLMES, B. J.; MUCK, R. E. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silage. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, 2018.

CAETANO, H. **Avaliação de onze cultivares de milho colhidos em duas alturas de corte para produção de silagem** 2001. 178 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

CAMPOS, F.P.; NUSSIO, L. G.; SARMENTO, P.; DANIEL, J. L. P.; LIMA, C. G. Effects of the addition of different sources and doses of sugars on the in vitro digestibility of dry matter, fiber and monosaccharides in the cell wall of corn silage in ruminants. **Animal**, v. 14, n. 8, p. 1667-1675, 2020.

CÂNDIDO, M. J. D.; FURTADO, R. N. Estoque de forragem para a seca: produção e utilização da silagem. **E-book**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2020. (Estudos da Pós-graduação). Disponível em: http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/53687. Acesso em: 09. set. 2021.

CARVALHO, T.B; ZEN, S. A cadeia de Pecuária de Corte no Brasil: evolução e tendências. **Revista Ipecege**, [s.l.], v. 3, n. 1, p.85-99, 2017.

CAVALCANTE, L. A. D.; SANTOS, G. R. D. A.; SILVA, L. M. D.; FAGUNDES, J. L.; SILVA, M. A. D. Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, p. 424-433, 2014.

CAVALCANTI, M.C.A.; BATISTA, Â.M.V.; GUIM, A.; LIRA, M.A.; RIBEIRO, V.L.; RIBEIRO NETO, A. C. Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) e palma orelha-de-elefante (*Opuntia* sp.). **Acta Scientiarum Animal Science**, v.30, p. 173-179, 2008.

CHELI, F.; CAMPAGNOLI, A.; DELL'ORTO, V. Fungal populations and mycotoxins in silages: From occurrence to analysis. **Animal Feed Science and Technology**, v. 183, n. 1-2, p. 1-16, 2013.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Acompanhamento da safra brasileira de grãos l v. 5 - Safra 2017/18, n. 5 - Quinto levantamento, Brasília, p. 1-140 fevereiro 2018.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Acompanhamento da safra brasileira de grãosl v.6 – Safra 2018/2019 – N. 11 – Décimo primeiro levantamento, Brasília, p.1-107 agosto 2019.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento: **11° Levantamento – Safra 2020/21**. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos. Acesso em 15.ago. 2021.

CONCEIÇÃO, M. G.; FERREIRA, M. A.; SILVA, J. L.; COSTA, C.T. F.; CHAGAS, J. C.C.; MONTEIRO, C. C. F. Can Cactus (Opuntia stricta [Haw.] cladodes plus urea replace wheat bran in steers' diet? **Asian-Australas Journal Anim Science**, 31(10), 1627-1634, 2018.

COSTA, M. R. G. F.; CARNEIRO, M. S. S.; PEREIRA, E. S.; FEITOSA, J. V.; OLIVEIRA, R. S.; MORAIS, N. L. B.: PEIXOTO, M. J. A. Produção e composição química da palma forrageira micropropagada in vitro. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.11, n.4, p.953-960, 2010.

CRUZ, L. T.; FERRARI, J. V.; DE OLIVEIRA, M. A. Qualidade e Composição Bromatológica do Milho em Diferentes Épocas de Corte1. **Revista Eletrônica de Agronegócio**. 5, p. 67-75, 2016.

CRUZ. J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S.; FERREIRA, J. J. Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. **Embrapa Milho e Sorgo**. Sete Lagoas, v. 1, p. 11-410, 2001.

DE OLIVEIRA, J. F. F.; DE ANDRADE, A. P.; DE LIMA, V. R.; DA CUNHA, G..L.C.; DOS SANTOS, A, F.; MAGALHÃES, A. L. R. Secondary metabolites present in the forage palm: benefits and potentialities. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e53910212809, 2021.

DE SÁ, M. K. N.; ANDRADE, A. P.; MAGALHÃES, A. L. R.; DE LIMA VALENÇA, R.; CAMPOS, F. S.; SANTOS, F. A.; ARAÚJO, G. G. L. SILAGEM DE PALMA FORRAGEIRA COM GLIRICIDIA SÉPIO: ALTERNATIVA alimentar para o Semiárido. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 2, pág. e27210212473-e27210212473, 2021.

DEMINICIS, B. B.; VIEIRA, H. D.; JARDIM, J. G.; ARAÚJO, S. A. D. C.; NETO, A. C.; OLIVEIRA, V. C.; LIMA, E. D. S. Silagem de milho-Características agronômicas e considerações. **REDVET. Revista electrónica de Veterinária**, v. 10, n. 2, p. 1-6, 2009.

DERMARCHI, J. J. A. A. **Detecção de fungos em silagens de milho (Zea mays) armazenadas em silos tipo trincheira, visando avaliar suas características físicas e fermentativas**. 2001. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

DRIEHUIS, F. Silagem e a segurança e qualidade dos alimentos lácteos: uma revisão. **Agricultural and Food Science**, v. 22, n. 1, p. 16-34, 2013.

DRIEHUIS, F.; VAN WIKSELAAR, P. G. V. The occurrence and prevention of ethanol fermentation in high dry matter grass silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 711-718, 2000.

DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; MELLO, A. C. L.; VIEIRA DA CUNHA, M. D. A.; FERREIRA, M.; SANTOS, D. C.; LIRA, M.; SILVA, M. I. Forage potential of cacti on drylands. **Acta Horticulturae (ISHS)**, v. 1, p. 181-186, 2015.

DUNIÈRE, L.; SINDOU, J.; CHAUCHEYRAS-DURAND, F.; CHEVALLIER, I.; THÉVENOT-SERGENTET, D.. Silage processing and strategies to prevent persistence of undesirable microorganisms. **Animal Feed Science and Technology**, 182:1-15, 2013.

EDVAN, R. L.; MOTA, R. R. M.; DIAS-SILVA, T. P.; DO NASCIMENTO, R. R.; DE SOUSA, S. V.; DA SILVA, A.L.; ARAÚJO, J. S. Resilience of cactus pear genotypes in a tropical semi-arid region subject to climatic cultivation restriction. **Scientific Reports**, v. 10, n. 10040, 2020.

EMBRAGO. **Farinha de Rocha no Enriquecimento Alimentar de Galinhas Poedeiras**. Disponíveis em: < https: //docplayer.com.br/10898048-Farinha-de-rocha-no-enriquecimento-alimentar-de-galinhas-poedeiras.html>. Acesso 11. Ago. 2021.

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. **Silagens: do cultivo ao silo**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2002. 210 p.

FANCELLI, A. L. **Ecofisiologia, fenologia e implicações básicas de manejo**. In: BORÉM, A. GALVÃO, J. C. C.; PIMENTEL, M. A. Milho: do plantio à colheita. 2ed, Editora UFV, 2017, 49p.

FERNANDES, G.F; EVANGELISTA, AMAURI FELIPE; BORGES, LAYLSON DA SILVA. Potencial de espécies forrageiras para produção de silagem: revisão de literatura. **Nutritime**, Piauí, v.13, n.03, p.4652-4656, maio/jun.2016.

FERREIRA, C. A.: FERREIRA, R. L. C., SANTOS, D. C. D., SANTOS, M. V. F. D., SILVA, J. A. A. D., LIRA, M. D. A., & MOLICA, S. G. Utilização de técnicas multivariadas na avaliação da divergência genética entre clones de palma forrageira (Opuntia fícus- indica Mill.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6S, p.1560-1568, 2003.

FERRERO, F.; PRENCIPE, S.; SPADARO, D.; GULLINO, M. L.; CAVALLARIN, L.; PIANO, S.; BORREANI, G. Increase in aflatoxins due to Aspergillus section Flavi multiplication during the aerobic deterioration of corn silage treated with different bacteria inocula. **Journal of Milk Science**, v. 102, n. 2, p. 1176-1193, 2019.

FIGUEIREDO, R. R.; FREIRE, A. P. S. S.; FRANÇA, A. M. S.; FERREIRA, I. C.; GUIMARÃES, E. C. Composição química da silagem de milho com aditivos. **PUBVET**, v. 12, p. 133, 2018.

FONSECA, A.; VON PINHO, R. G.; PEREIRA, M. N.; STEOLA, A. G. Desempenho de cultivares de milho em relação às características agronômicas, químicas e degrabilidade da silagem. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 49, n. 282.p. 109-122, 2002.

GALVÃO JÚNIOR, J.G.B.; SILVA, J. B. A.; MORAIS, J. H. G.; LIMA, R. N. Palma forrageira na alimentação de ruminantes: cultivo e utilização. **Acta Veterinaria Brasilica.** v. 2, n. 8, p.78-85, 2014.

GUSHA, J.; HALIMANI, T. E.; KATSANDE, S.; ZVINOROVA, P. I. The effect of *Opuntia fícus* indica and forage legumes based diets goat productivity in smallholder sector in Zimbabwe. **Small Ruminant Research**, v. 125, p. 21-25, 2015.

IQBAL, S. Z. Micotoxinas em alimentos, desenvolvimento recente na análise de alimentos e desafios futuros; Uma revisão. **Current Opinion in Food Science**, 2021.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G. **Princípios básicos da fermentação na ensilagem**. In: REIS, R.A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (Ed.). Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros. Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel, 2013. 714p.

KELLER, L. A. M.; GONZÁLEZ PEREYRA, M. L.; KELLER, K. M.; ALONSO, V. A.; OLIVEIRA, A. A.; ALMEIDA, T. X.; BARBOSA, T. S.; NUNES, L. M. T.; CAVAGLIERI, L. R.; ROSA, C. A. R. Fungal and mycotoxins contamination in corn silage: Monitoring risk before and after fermentation. **Journal of Stored Products Research**, v. 52, p. 42-47, 2013.

KELLER, L. A.; GONZALEZ, P. M. L.; KELLER, K. M.; ALONSO, V. A.; OLIVEIRA, A. A.; ALMEIDA, T. X.; BARBOSA, T. S.; NUNES, L. M. T.; CAVAGLIERI, L. R.; ROSA, C. A. Fungal and mycotoxins contamination in corn silage: Monitoring risk before and after fermentation. **Journal of Stored Products Research**, v. 52, p. 42-47, 2013.

LENZ, G. F.; SIMSEN, V. L.; DUARTE, R. A.; MARTIN, C.; MARINS, A. Determinação de umidade de milho utilizando o método estufa. **Encontro de Divulgação Científica e Tecnológica**, v. 3, 2011.

LIMA, L. M.; DOS SANTOS, J. P.; CASAGRANDE, D. R.; ÁVILA, C. L. S.; LARA, M. S.; BERNARDES, T. F. Lining bunker walls with oxygen barrier film reduces nutrient losses in corn silages. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 6, p. 4565-4573, 2017.

LUCHESE, E. B.; FAVERO L. O. B.; LENZI, E. 2002. **Fundamentos da química do solo, teoria e prática**. 2 ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 182p.

MACÊDO, A. S. J.; SANTOS, E. M. PRINCÍPIOS BÁSICOS PARA PRODUÇÃO DE SILAGEM. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 22, n. 4, 2019.

MAGALHAES, P. C.; DURAES, F. O.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. Fisiologia do milho. **Embrapa Milho e Sorgo. Circular Tecnica**, 2002.

MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**, 2.ed. Merlow: Chalcomb Publications, 1991. 340p.

MCDONALD, P.; WHITTENBURY, R., 1973. The ensilage process. In: G.W. Butler and R.W. Bailey (Editors), The Chemistry and Biochemistry of Herbage, Vol. 3, **Academic Press**, New York, pp. 33-60.

MONTEIRO, C. C. F.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, S. C. A.; GUIDO, S. I.; ALMEIDA, M. P.; SILVA, R. C.; INÁCIO, J. G. A new cactos variety for dairy cows in areas infested with Dactylopius opuntiae. **Animal Production Science**, v. 59, n. 3, p. 479-485, 2019.

MOON, N. J .Inhibition of the growth of acid tolerant yeasts by acetate, lactate and propionate and their synergistic mixtures. **Journal of Applied Bacteriology**, v.55, n. 3, p. 453-460, 1983.

MOREIRA, F. S.; OLIVEIRA, M. M. N. F.; VILLELA, S. D. J.; BARBOSA, F. A.; MOURTHE, M. H. F.; DINIZ, D. B. Desempenho produtivo e econômico de três grupos genéticos de bovinos recriados a pasto com suplementação e terminados em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 67, 140-148, 2015.

MÔRO, G. V.; NETO, R. F. Importância e usos do milho no Brasil. In: BORÉM, A. GALVÃO, J. C. C.; PIMENTEL, M. A. Milho: do plantio à colheita. 2 ed. Editora **UFV**, 9p, 2017.

MUCK, R. E. Effects of corn silage inoculants on aerobic stability. **Transactions of the ASAE**, v. 47, p. 1011-1016, 2004.

NEUMANN, M.; LEÃO, G. F. M.; COELHO, M. G.; FIGUEIRA, D. N.; SPADA, C. A.; PERUSSOLO, L. F. Aspectos produtivos, nutricionais e bioeconômicos de híbridos de milho para produção de silagem. **Archivos de Zootecnia**, 66, 51-58, 2017.

NOBEL, P. S.; BOBICH, E. G. Cacti: biology and uses. **Environmental biology**, p. 57-74, 2002.

NUNES, F. C.; COSTA, T. F.; GUIMARÃES, M. A. B.; TEIXEIRA, P. C.; DOS SANTOS, L. P.; GUIMARÃES, K. C. Uso de milho processado em dietas de ruminantes: revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 6, p. e188963674-e188963674, 2020.

NUNES, V. X.; LONDE, L. N.; ROCHA, S.S. Physico-chemical characterization of prickly pear (*Opunicia Ficus indica*) in the semi-arid region of Bahia State, Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, p. 3537-3541, 2017.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F.P.; DIAS, F. N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. **Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas**, v. 1, p. 127-145, 2001.

O'BRIEN, M.; EGAN, D.; O'KIELY, P.; FORRISTAL, P. D.; DOOHAN, F. M. FULLER, H. T. Morphological and molecular characterization of P. roqueforti and P. paneum isolated from baled grass silage. **Mycological research**, v. 112, n. 8, p. 921-932, 2008.

OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; DRIEHUIS, F.; GOTTSCHAL, J.C. Silage fermentation processes and their manipulation. In: Fao Eletronic Conference on Tropical Silage, 1999, Rome. Silage making in the tropics with emphasis on smallholders.**Procedings.**Rome: FAO, p.17-30, 2000.

PAES, M. C. D. Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho. Sete Lagoas – MG; **Embrapa milho e sorgo - Circular Técnica**. n. 75, p. 6, ISSN: 1679-1150, Dezembro 2006.

PAHLOW, G.; MUCK, R. E.; DRIEHUIS,F.; ELFERINK, S. J. O.; SPOELSTRA, S. F. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. (Ed.). **Silage Science and Technology**. Madison: ASA; CSSA; SSSA, 2003. p. 31-93.

PEREIRA, G. A.; SANTOS, E. M.; ARAÚJO, G. G. L.; OLIVEIRA, J. S.; PINHO, R. M. A.; ZANINE, A. D. M.; SOUZA, A. F. N.; MACEDO, A. J. S.; NETO, J. M. C.; NASCIMENTO, T.V. Isolation and identification of lactic acid bacteria in fresh plants and in silage from Opuntia and their effects on the fermentation and aerobic stability of silage**. Journal of Agricultural Science**, v. 157, n. 9-10, p. 684-692, 2019.

PEREYRA, C. M.; ALONSO, V. A.; ROSA, C. A.; CHIACCHIERA, S. M.; DALCERO, A. M.; CAVAGLIERI, L. R. Gliotoxin natural incidence and toxigenicity of Aspergillus fumigatus isolated from corn silage and ready dairy cattle feed. **World Mycotoxin Journal**, v. 1, n. 4, p. 457-462, 2008.

PESSOA, D. V.; ANDRADE, A. P.; MAGALHÃES, A. L. R.; TEODORO, A. L.; SANTOS, D. C.; ARAÚJO, G. G. L.; CARDOSO, D. B. Forage cactos of the genus Opuntia in diferente with the phenological phase: Nutritional value. **Journal of Arid Environments**, v. 181, 2020.

QUEIROZ, O. C. M. et al. Silage review: Foodborn pathogens in silage and their mitigation by silage additives. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, 2018.

RABELO, C. H. S.; REZENDE, A. V. D.; RABELO, F. H. S.; NOGUEIRA, D. A.; SENEDESE, S. S.; VIEIRA, P. D. F.; CARVALHO, A. Silagens de milho inoculadas microbiologicamente em diferentes estádios de maturidade: perdas fermentativas, composição bromatológica e digestibilidade in vitro. **Ciência Rural**, v. 44, p. 368-373, 2014.

RAMOS, B. L. P.; PIRES, A. J. V.; CRUZ, N.T.; DOS SANTOS, A.P.D.S.; NASCIMENTO, L.M.G.; SANTOS, H. P.; AMORIM, J.M.S. Perdas no Processo de Ensilagem: Uma breve revisão. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 5, pág. e8910514660-e8910514660, 2021.

RICHARD, E.; HEUTLE, N.; SAGE, L.; POTTIER, D.; BOUCHART, V.; LEBAILLY, P.; GARON, D. Toxigenic fungi and mycotoxins in mature corn silage. **Food and Chemical Toxicology,** v. 45, n. 12, p. 2420-2425, 2007.

ROBINSON, P. H.; SWANEPOEL, N. Impactos de um plástico underlay de pilha de silagem de polietileno com ou sem características de barreira de oxigênio aprimorada (EOB) na preservação de silagem de milho de safra inteira, bem como uma breve investigação da deterioração periférica nas faces expostas da silagem. **Animal Feed Science and Technology**, v. 215, p. 13 a 24 de 2016.

ROCHA, J. D. S. Palma forrageira no Nordeste do Brasil: estado da arte. **Embrapa Caprinos e Ovinos-Documentos (INFOTECA-E)**, 2012.

RODRIGUES, A. M.; PITACAS, F. I.; REIS, C.M.G.; BLASCO, M. Nutritional value of *Opuntia fícus-indica* cladodes from portuguese ecotypes. BuLIGarian. **Journal of Agricultural Science**, 22(1), 40-45, 2016.

SANTOS, B. R. C.; GOMES, F. A.; PINEDO, L. A.; MAIA, G. F. N. Silagens de capim-elefante e embaúba aditivada com produtos alternativos na Amazônia Ocidental. **Nativa**, v. 7, n. 6, p. 820-827, 2019.

SANTOS, F. N. S.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S.; MEDEIROS, G. R.; ZANINE, A. M.; ARAÚJO, G. G. L.; PERAZZO, A. F.; LEMOS, M. L. P.; PEREIRA, D. M.; CRUZ, G. F. L.; PAULINO, R. S.; OLIVEIRA, C. J. B. Fermentation profile, microbial populations, taxonomics diversity and aerobic stability of total mixed ration silages based on Cactus and Gliricidia. **Journal of Agricultural Science**, v.158, n.5, p. 396-405, 2020.

SANTOS, M. A.; SANTOS, B. R. C. Silagem da palma forrageira consorciada com resíduos da mandioca e bagaço da cana-de-açúcar: Revisão. **PUBVET**, v. 12, p. 133, 2018.

SANTOS, R. D.; PEREIRA, L. G. R.; NEVES, A. L. A.; AZEVÊDO, J. A. G.; DE MORAES, S. A.; COSTA, C. T. F. Características agronômicas de variedades de milho para produção de silagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 4, p. 367-373, 2010.

SILVA, J. A.; BONOMO, P.; DONATO, S. L. R.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F.; DONATO, P. E. R. Composição bromatológica de palma forrageira cultivada em diferentes espaçamento e adubações química**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, [s.1.], v.8, n.2, p. 342-350, 2013.

SOLOGUREN, L. Milho: Brasil Amplia Cultivo Para Atender Demanda Crescente, **Visão agrícola,** p.8, 2015**.**

SOUZA, L. F. B.; PINTO, A. A.; CAMARA, F. T.; MOTA, A. M. D.; SILVA, C. S. Consórcio de milho com feijão de porco visando a implantação do sistema plantio direto**, Revista Agrotecnologia**, v.8, n.2, p.71-80, 2017.

STORM, I.M.L.D.; SØRENSEN, J.L.; RASMUSSEN, R.R.; NIELSEN, K.F.; THRANE, U. Mycotoxins in silage. **Stewart Postharvest Rev***.* 4, 1–12, 2008.

THEODORO, SCH. Rochas para plantas: o resgate de uma produção alimentar sadia. **CD-ROM II SUFFIB. São Paulo, SP, Brasil**, 2005.

WEINBERG, Z. G.; MUCK, R. E. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 19, n.3, p. 53-68, 1996.

WEISS, B. **When to consider silage additives**. Proceedings Tri-State Dairy Nutrition Conference. Departament of Animal Sciences. Ohio, USA, 1996, 134p.

WILKINSON, J.M.; DAVIES, D.R. The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. **Grass and Forage Science**, v. 68, n. 1, p. 1-19, 2013.

WOOLFORD, M. K. The detrimental effect of air on silage. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 68, n. 2 p. 101-116, 1990.

ZHANG, H.; WU, J.; GAO, L.; YU, J.; YUAN, X.; ZHU, W.; WANG, X.; CUI, Z. Aerobic deterioration of corn stalk silage and its effect on methane production and microbial community dynamics in anaerobic digestion. **Bioresource technology**, *250*, 828-837, 2018.

CAPÍTULO 6

PREDICCIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA-BROMATOLÓGICA DE FORRAJE DE PASTO-ELEFANTE (*Pennisetum purpureum* SCHUM.) POR ESPECTROSCOPÍA DE REFLECTANCIA EN EL INFRARROJO CERCANO, NIRS

Data de aceite: 01/12/2021

Joadil Gonçalves de Abreu
Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT
Cuiabá – Mato Grosso
ORCID: 0000-0002-1355-5326

Victor Manuel Fernandez Cabanás
Universidad de Sevilla - US
Sevilla - España
ORCID: 0000-0002-3402-6669

Eduardo André Ferreira
Empresa Mato-Grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural - EMPAER
Cuiabá – Mato Grosso
ORCID: 0000-0002-1283-1093

RESUMEN: El método tradicional de análisis del valor nutricional de los forrajes, ampliamente utilizado em laboratorios, es de alto costo. Además, se utilizan reactivos químicos, que contaminan el medio ambiente y presentan riesgos para el operador. Como alternativa, aparece el método NIRS (espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano), que presenta velocidad, menor costo, además de no ser contaminante por no usar reactivos químicos. El objetivo del proyecto fue desarrollar modelos quimiométricos para predecir el valor nutricional del forraje de pasto-elefante por NIRS, con el fin de promover un rápido retorno de los resultados a los usuarios y reducir la generación de residuos contaminantes. El experimento de campo y el análisis de la composición química-bromatológica de forraje de pasto-elefante se llevó a cabo en la Universidad Federal de Mato Grosso, Brasil. La calibración y validación por el método NIRS se llevó a cabo en la Universidad de Sevilla, España. Las estimaciones fueran excelentes (r^2>0,90) para proteína cruda (PB), materia mineral (MM), fibra en detergente neutro indigestible (FDNi); buenas (0,80<r^2≤ 0,90) para fibra detergente neutro (FDN), fibra en detergente neutro libre de cenizas y proteínas (FDNcp), proteína insoluble en detergente neutro (PIDN) y ácido (PIDA).

PALABRAS-CLAVE: Calibración, fibra detergente neutro, materia mineral, proteína cruda, validación.

PREDICTION OF THE CHEMICAL-BROMATOLOGICAL COMPOSITION OF ELEPHANT GRASS (*PENNISETUM PURPUREUM* SCHUM.) FORAGE BY NEAR INFRARED REFLECTANCE SPECTROSCOPY, NIRS

ABSTRACT: The traditional method of analyzing the nutritional value of forages, widely used in laboratories, is expensive. In addition, chemical reagents are used, which pollute the environment and present risks to the operator. As an alternative, the NIRS method (near infrared reflectance spectroscopy) appears, which has speed, lower cost, as well as being non-polluting because it does not use chemical reagents. The objective of the project was to develop chemometric models to predict the nutritional value of elephant grass forage by NIRS, in order to promote a rapid return of results to users and reduce the generation of polluting residues. The field experiment and the analysis of the chemical-bromatological composition of elephant grass forage was carried

out at the Federal University of Mato Grosso, Brazil. Calibration and validation by the NIRS method was carried out at the University of Seville, Spain. The estimates were excellent (r2> 0.90) for crude protein (CP), mineral matter (MM), fiber in indigestible neutral detergent (NDFi); good (0.80 <r2≤ 0.90) for neutral detergent fiber (NDF), fiber in neutral detergent free of ash and protein (NDFcp), protein insoluble in neutral detergent (PIDN) and acid (PIDA).
KEYWORDS: Calibration, neutral detergent fiber, mineral matter, crude protein, validation.

1 I INTRODUCCIÓN

El cultivo de áreas con forraje para corte, capineiras, es una de las alternativas propuestas para reducir el problema de falta de forraje en la estación seca del año. Entre las especies más utilizadas, el pasto-elefante (*Pennisetum purpureum* SCHUM.) destaca por su alto potencial de producción de forraje (CARVALHO et al., 2018).

Algunas investigaciones han demostrado que el incremento de los intervalos de tiempo transcurridos entre los cortes de pasto-elefante dan como resultado una mayor acumulación de materia seca (MS), sin embargo, también promueven el alargamiento del tallo, lo que aumenta significativamente la proporción de esta fracción, reduciendo la relación hoja:pseudotallo. Por lo tanto, a medida que el pasto-elefante envejece, los componentes potencialmente digeribles tienden a disminuir, mientras que la fibra aumenta (FERREIRA et al., 2018).

Los parámetros más utilizados para la evaluación de la calidad del forraje de pasto-elefante son proteína bruta (PB), fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN), nutrientes digestibles totales (NDT). El método tradicional de análisis del valor nutricional de los forrajes, ampliamente utilizado en laboratorios, es de alto costo (FONTANELI et al., 2002).

Además, se utilizan reactivos químicos, que contaminan el medio ambiente y presentan riesgos para el operador. De acuerdo con Borges et al. (2001), se contabiliza un gasto de 200 g de reactivos químicos por muestra completa analizada (PB, FDA, FDN, NDT), y un tercio de esta cantidad corresponde a ácidos fuertes. Considerando un laboratorio convencional con un procesamiento de 6000 análisis/año, aproximadamente 1200 kg de reactivos químicos deben desecharse en el medio ambiente anualmente.

Como alternativa, aparece el método NIRS (espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano), que presenta velocidad, menor costo, además de no ser contaminante por no usar reactivos químicos. Según Stark (1996), la Comisión Canadiense de Granos (CGC) ahorró, entre 1974 y 1993, un valor de 2.5 millones por año en el análisis de proteínas utilizando NIRS, mientras que el precio de compra del equipo NIR fue de US $ 96,000. Esto evitó la generación de 47 t de residuos cáusticos.

La base de este método espectroscópico es la absorción de radiación a longitudes de onda específicas por ciertos enlaces moleculares en la región NIR: O-H, C-H, N-H y C-O. La tecnología NIRS se utiliza en la industria para la evaluación de alimentos (PÉREZ-

MARIN et al., 2009; FERNÁNDEZ CABANÁS et al., 2011; HORCADA et al., 2020), forrajes y biomasa (ANDRES et al., 2005; DECRUYENAERE et al., 2009; ARZANI et al., 2015; ANDUEZA et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2016; ANDERSON et al., 2018; CLELAND et al., 2018; RAFFRENATO et al., 2018; GUERRA, 2019; MASSIGNANI et al., 2021; SERAFIM et al., 2021) y la fertilidad del suelo (RECENA et al., 2019).

Para la calibración, los espectros de absorción de un conjunto de muestras se someten a procedimientos quimiométricos para construir un modelo predictivo. Esto significa que las características espectrales de las muestras se relacionan con las propiedades específicas de las muestras determinadas por métodos de referencia (análisis químico) mediante el uso de métodos estadísticos de regresión apropiados para calibrar el modelo. Después de eso, el modelo es validado usando otros estadísticos específicos (RECENA et al., 2019).

Teniendo en cuenta estos datos, se planteó el siguiente estudio con el objetivo de desarrollar modelos quimiométricos para predecir el valor nutricional del forraje de pasto-elefante por NIRS, con el fin de promover un rápido retorno de los resultados a los usuarios y reducir la generación de residuos contaminantes.

2 I MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Caracterización de sitios, experimentos y muestras

El experimento se realizó en la Granja Experimental de la Universidad Federal de Mato Grosso, en Santo Antônio de Leverger-MT, ubicada en 15º51' Latitud Sur y 56º04' Longitud Oeste de Greenwich, 140 m de altitud. El clima, según la clasificación de Köppen, es del tipo Aw, es decir, un clima tropical megathermic, caracterizado por dos estaciones bien definidas: lluviosa y seca.

En el experimento, se utilizó la variedad BRS Canará, haciendo cortes a 21 edades (21; 28; 35; 42; 49; 56; 63; 70; 77; 84; 91; 98; 105; 112; 119; 126; 133; 140; 147; 154; 161 días), en dos estaciones (lluviosa y seca), con cuatro repeticiones, totalizando 168 muestras.

Cada parcela tenía 5,00 m de largo y 4,00 m de ancho, con un espacio entre líneas de 1,00 m. El área utilizable fue la central de 4,00 m de las dos líneas en el medio de cada parcela. Los cultivares se cosecharon a las edades recomendadas, y el corte se realizó con un machete cerca del suelo. Después de cortar, el material se cortó a un tamaño de 2 cm. Luego, las muestras de forraje picadas se colocaron en bolsas de papel y se secaron en un horno de ventilación forzada con una temperatura de 55±5ºC durante 72 horas. Las muestras previamente secadas se pesaron y se molieron en un molino Wiley con un tamiz de 1,0 mm, y se almacenaron en recipientes de polietileno para evaluar la composición bromatológica.

Los contenidos de materia mineral (MM) y proteína cruda (PB) fueron evaluados, de acuerdo con AOAC (1990); proteína insoluble en detergente neutro (PIDN) y ácido (PIDA),

según Licitra et al. (1996); fibra detergente neutro (FDN) y ácido (FDA), según Van Soest et al. (1994); fibra en detergente neutro indigestible (FDNi), según Cochran et al. (1986); fibra en detergente neutro y ácido libre de cenizas y proteínas (FDNcp; FDAcp), según Sniffen et al. (1992). Se estimaron los contenidos de nutrientes digestibles totales (NDT) y energía neta de lactanción (ELL), según David (2001) (Ecuación 1 y 2), y digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS) según Capelle et al. (2001) (Ecuación 3):

- Ecuación 1: NDT = 88,9 - (FDA x 0,779);
- Ecuación 2: ELL = 2,39 - (FDA x 0,028);
- Ecuación 3: DIVMS = 84,8628 - (FDN x 0,4102).

2.2 Calibración y validación de modelos predictivos basados em VIS-NIR

La dispersión espectral se corrigió utilizando los pre-tratamientos espectrales Standard Normal Variate (SNV) y Detrending (Dt) (BARNES et al., 1989). Seis derivados espectrales (1,5,5,1; 1,10,5,1; 1,10,10,1; 2,5,5,1; 2,10,5,1; 2,10,10,1) también se aplicaron: el primer dígito que indica el orden de la derivada; el segundo el espacio de derivada; el tercero en el segmento de suavizado; el cuarto en el segundo segmento de suavizado (SHENK et al., 1989).

El estudio se realizó en el rango espectral Vis-NIR (400-2498 nm). Los modelos predictivos para cada variable se construyeron usando Regresión de Mínimos Cuadrados Modificados (MPLSR) (SHENK & WESTERHAUS, 1995) con el algoritmo PLS1. La validación cruzada se utilizó para determinar el número ideal de factores para los modelos de regresión y para evitar el sobreajuste. Los errores de validación se combinaron para obtener un error estándar de validación cruzada (SECV) (RECENA et al., 2019).

Los valores atípicos se identificaron y eliminaron durante el proceso de calibración, ya que afectan el rendimiento del modelo y disminuyen la precisión para la mayoría de las muestras. Se realizaron un máximo de dos pases de eliminación de anómalos (T y H) antes de completar la calibración final (RECENA et al., 2019). Los valores atípicos T correspondieron a muestras con diferencias significativas entre sus valores predichos de laboratorio, mientras que los valores atípicos H fueron muestras en las que los espectros estaban muy lejanos (H>3) del centro espectral del colectivo de calibración (SHENK & WESTERHAUS, 1996).

El modelo MPLSR se evaluó en términos de sus estadísticas de calibración: coeficiente de determinación de calibración (R^2), error estándar de validación cruzada (SECV), coeficiente de determinación para validación (r^2). El SECV se considera la mejor estimación individual de la capacidad predictiva de una ecuación. Además, proporciona información precisa y útil para evaluar modelos obtenidos con un pequeño número de muestras (SHENK & WESTERHAUS, 1996).

Se seleccionaron las mejores calibraciones para los valores más altos de r^2 y los

más bajos para SECV (RECENA et al., 2019).

3 I RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron estimaciones precisas basadas en los espectros Vis-NIR para la composición químico-bromatológica del forraje de pasto-elefante (Tabla 1). Como se esperaba, la región NIR proporcionó estimaciones excelentes para MM ($R^2 = 0,96$; $r^2 = 0,93$) y PB ($R^2 = 0,98$; $r^2 = 0,97$).

Sorprendentemente, la estimación de FDNi también fue excelente ($R^2 = 0,93$; $r^2 = 0,92$). Esta es una medida sujeta a una gran variabilidad, ya que depende del tipo de animal fistulado, el pasto utilizado, el tiempo de recolección de las bolsas dentro del rumen.

Para las otras fracciones relacionadas con la fibra, las estimaciones fueron buenas para FDN ($r^2 = 0,80$), FDNcp ($r^2 = 0,83$), PIDN ($r^2 = 0,81$) y PIDA ($r^2 = 0,80$). Con respecto a los niveles de FDAcp, CIDN y CIDA, se predijeron con una precisión razonable ($r^2 > 0,70$). Para HEM, FDA, NDT, ELL y DIVMO, las estimaciones no fueran buenas ($r^2 < 0,69$).

	n	Media	SD	Min	Max	SEC	R^2	SECV	r^2	DPT	SC	SR
MM (%)	119	11,84	4,16	0,00	24,31	0,79	0,96	1,07	0,93	2,5,5,1	SD	VN
PB (%)	119	6,41	3,34	0,00	16,45	0,44	0,98	0,58	0,97	2,10,5,1	SD	VN
FDN (%)	118	69,60	6,36	50,52	88,69	2,17	0,88	2,83	0,80	2,5,5,1	SD	VN
FDA (%)	121	48,41	5,64	31,48	65,33	3,38	0,64	3,41	0,63	1,10,10,1	SD	VN
HEM (%)	116	21,46	6,62	1,60	41,32	2,69	0,83	3,68	0,69	2,5,5,1	SD	VN
NDT (%)	121	51,19	4,39	38,00	64,38	2,63	0,64	2,66	0,63	1,10,10,1	SD	VN
ELL ($Mcal.kg^{-1}$)	121	1,03	0,16	0,56	1,51	0,09	0,64	0,09	0,63	1,10,10,1	SD	VN
DIVMO (%)	121	52,80	4,32	39,83	65,77	2,59	0,64	2,62	0,63	1,10,10,1	SD	VN
PIDN (%)	121	2,43	0,73	0,23	4,64	0,23	0,90	0,31	0,81	2,10,5,1	SD	VN
PIDA (%)	117	1,07	0,33	0,07	2,07	0,13	0,84	0,15	0,80	1,10,10,1	SD	VN
FDNi (%)	105	31,34	7,01	10,30	52,38	1,87	0,93	2,04	0,92	1,5,5,1	SD	VN
FDNcp (%)	117	63,85	6,73	43,67	84,04	1,81	0,93	2,75	0,83	2,5,5,1	SD	VN
CIDN (%)	118	3,24	0,99	0,28	6,20	0,40	0,83	0,51	0,73	2,5,5,1	SD	VN
CIDA (%)	121	2,96	1,04	0,00	6,09	0,45	0,82	0,57	0,70	2,5,5,1	SD	VN

FDAcp (%)	118	44,57	5,85	27,03	62,11	2,43	0,83	2,91	0,75	2,10,10,1	SD	VN

MM, ceniza; PB, proteína cruda; FDN, fibra detergente neutro; FDA, fibra detergente ácido; HEM, hemicelullosa; NDT, nutrientes digestibles totales; ELL, energía neta de lactanción; DIVMO, digestibilidad *in vitro* de materia orgánica, PIDN, proteína insoluble en detergente neutro; PIDA, proteína insoluble en detergente ácido; FDNi, fibra en detergente neutro indigestible; FDNap, fibra en detergente neutro corregida para cenizas y proteínas; CIDN, ceniza em detergente neutral; CIDA, ceniza em detergente ácida; FDAap, fibra detergente ácido corregida para cenizas y proteínas; n, número de muestras utilizadas para la calibración; Media, media del conjunto de calibración; SD, desviación estándar; SEC, error estándar de calibración; R^2, coeficiente de determinación para la calibración; SECV, error estándar de validación cruzada; r^2, coeficiente de determinación para la validación cruzada; DPT (Pretratamiento de la derivada): el primer dígito es el orden de la derivada, el segundo el intervalo sobre el cual se calculó la derivada, el tercero el número de puntos de datos en un promedio continuo o suavizado; el cuarto el segundo suavizado; SC (Corrección de dispersión): varianza normal estándar y d-tendencia; SR (Región espectral): Vis-NIR (400□2498nm).

Tabla 1 - Estimación del valor nutricional de los forrajes de pasto de elefante en el Experimento 1 por NIRS.

Los resultados encontrados en esta investigación para el contenido de PB fueron similares a los observados por Lobos et al. (2013), sin embargo, las estimaciones para DIVMS no fueron buenas. Estos autores evaluaron la calidad de 295 muestras de múltiples especies de pastos permanentes (*Lolium perenne*, *Agrostis* sp, *Holcus lanatus*, *Bromus valdivianus*, *Dactylis glomerata*, *Medicago sativa*, *Trifolium pratense* y *T. repens*), utilizando el NIR, y los valores de calibración verificados para el contenido de PB e DIVMS fueron excelente; 0,99 y 0,89; respectivamente.

Gontijo Neto et al. (2012), mediante la evaluación de 232 muestras de forraje de *Brachiaria* (*B. brizantha* cvs. Marandu, Xaraés e Piatã; *B. ruziziensis* e *B. decumbens*) recolectadas entre 2010 y 2012 en ensayos de sistemas de integración Cultivo-Ganadero-Bosque (iLPF), también obtuvieron resultados similares para el contenido de PB (R^2 = 0,98; r^2 = 0,97). Los autores concluyen que el análisis de PB mediante la técnica de espectroscopia NIR permite un mayor número de las muestras y se pueden analizar a un costo menor, en comparación con el método Dumas, lo que permite monitorear el área experimental más a menudo.

Los resultados encontrados para el contenido de PB, FDN y HEM fueron similares a los observados por Serafim et al. (2021). Los autores utilizaron muestras de pasto verde (planta entera, limbo, tallo + vaina y material senescente) y heno del mismo pasto, totalizando 105 muestras. Los valores de calibración verificados para el contenido de MM, PB, FDN, FDA, HEM y DIVMS fueron 0,84; 0,96; 0,80; 0,80; 0,78 y 0,93; respectivamente.

Conforme Pires & Prates (1998), el contenido de PB de forraje de alfalfa (*Medicago sativa*) se puede determinar mediante la técnica NIRS con alta precisión (R^2=0,96). Las ecuaciones obtenidas para determinar los niveles de FDA y FDN, a pesar del resultado más bajo que la ecuación para PB, puede usarse en ciertas situaciones que el resultado no requiere una precisión muy alta. La determinación del contenido de materia seca (MS) por la técnica NIRS se vio obstaculizada por la metodología utilizada, y no se recomienda su

uso. Al realizar los análisis de MS, se debe controlar la temperatura y la humedad relativa del aire. Para la determinación de MS, el efecto de la temperatura y la humedad relativa es muy grande. Sin embargo, para las otras fracciones, este efecto es pequeño.

Fontaneli et al. (2002) habían observado que el método NIRS se puede utilizar para predecir FDA y FDN de ensilaje de maíz con alta precisión (R^2=0,99), contrariamente a nuestros resultados, donde las estimaciones para FDN y FDA fueron 0,88 y 0,64; respectivamente. Para los minerales, los autores afirman son necesarios estudios detallados del comportamiento del espectro para evaluar el tipo de complejo mineral formado, su relación con el método físico-químico y las posibles interrelaciones con otros componentes químicos presentes en los forrajes. Es de destacar que las estimaciones de MM en nuestro trabajo fueron excelentes.

El método de espectroscopia de reflectancia em el infrarrojo cercano (NIRS) tambien mostró una alta precisión para determinar los contenidos de PB (R^2=0,98), FDA (R^2=0,97) y FDN (R^2=0,99) en variedades de *Cynodon* (Tifton 68, Tifton 85, Florakirk, Coastcross), mostrando índices de calibración satisfactorios para la determinación de minerales (FONTANELI et al., 2004). Una alternativa para mejorar la calibración de FDN y FDA en nuestra investigación sería aumentar el número de muestras.

Guerra (2019), al evaluar 360 muestras de forraje de *Brachiaria brizantha* (240 de pasto marandu; 120 de pasto piatã), encontró R^2 de 0,79; 0,94; 0,88; 0,86; 0,88 y 0,88 para MM, PB, FDN, FDA, DIVMS y NDT, respectivamente. En la presente investigación, las estimaciones de MM, FDA, DIVMS y NDT fueron buenas.

Anderson et al. (2018), en estudio con treinta acessiones de pasto-elefante, havian comprobado que las estadísticas de calibración para las ecuaciones iniciales de NIRS fueron precisas para el contenido de DIVMS, FDA, PB y MM con valores de 0,93; 0,95; 0,99 y 0,98; respectivamente. Esta información permitió una evaluación más rápida de la biomasa del pasto-elefante para uso de la industria o genetistas. Los resultados para PB y MM fueron similares a nuestra investigación, pero para DIVMS y FDA, una posibilidad sería utilizar un conjunto independiente de muestras para la validación externa, lo que aumentaría la robustez de los modelos para predecir muestras desconocidas.

Molano et al. (2016) utilizaron 1991 muestras de gramíneas y leguminosas tropicales para crear curvas de calibración en el NIR, y los modelos presentaron coeficientes de calibración (R^2) para las variables PB y FDN de 0,99 y para la FDA de 0,95, mostrando una alta correlación entre los datos de laboratorio y los obtenidos del NIR.

Mira y Flemming (2000), al evaluar la técnica NIRS en la predicción de PB, FDN, FDA, calcio (Ca) y fósforo (P), realizaron un experimento con especies de gramíneas de invierno (*Lolium multiflorum*, *Trifolium repens*, *T. pratense*, *T. vesiculosum*, *Lotus corniculatus*) y pastos nativos, en verano. Con base en los resultados, se concluyó que el NIRS puede predecir de manera aceptable el valor nutritivo de los forrajes descritos en este experimento.

Massignani et al. (2021) en estudio con 200 muestras de pastos fue posible alcanzar valores de coeficiente de determinación (R^2) para la calibración de 0,94; 0,95 y 0,98 y para la validación de 0,94; 0,95 y 0,97 para los parámetros FDN, FDA y PB, respectivamente. Así, las curvas de calibración resultaron adecuadas para evaluar la calidad de pasturas de múltiples especies y para su uso rutinario en el laboratorio.

En un estudio realizado por Parrini et al. (2018), para determinar el valor nutricional, en el período 2013-2014 se recolectaron 105 muestras de pastos naturales y naturalizados en Toscana (Italia), con las siguientes especies herbáceas: *Avena fatua, Dactylis glomerata Festuca pratensis, Holcus lanatus, Perenne Lolium, Poa pratensis, Trifolium pratense, Trifolium repens, Taraxacum officinale*. Utilizando el NIR, fue posible estimar con precisión la composición química de estos pastos e incluso con un número reducido de muestras, los valores obtenidos en el paso de calibración para las variables MM, FDN, FDA y PB fueron 0,99% y para la validación externa fueron 0,99 para PB y FDN, 0,98 para FDA y 0,96 para MM. En cuanto a los contenidos de PB y MM, los valores fueron similares a los de la presente investigación.

Las estimaciones excelentes (PB, MM, FDNi), buenas (FDN, FDNcp, PIDN, PIDA) y razonables (FDAcp, CIDN, CIDA) se debieron al hecho de que el forraje provenía de la misma variedad (BRS Canará) que Embrapa lanzó en 2012, siendo recomendada para alimentación animal.

4 I CONCLUSIONES

Las estimaciones fueran excelentes ($r^2>0{,}90$) para proteína bruta (PB), materia mineral (MM), fibra en detergente neutro indigestible (FDNi); buenas ($0{,}80<r^2\leq 0{,}90$) para fibra detergente neutro (FDN), fibra en detergente neutro libre de cenizas y proteínas (FDNcp), proteína insoluble en detergente neutro (PIDN) y ácido (PIDA).

AGRADECIMIENTOS

Al apoyo económico del Grupo Tordesillas y la Fundación Carolina para la financiación de la Beca de Posdoctorado, según Convocatoria C.2019 (Programa de Movilidad de Profesorado Universidades del Grupo Tordesillas). La Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Sevilla por la oportunidad de realizar un Postdoctorado en Tecnología NIRS (Espectroscopía de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano) bajo la dirección del Profesor Dr. Víctor Manuel Fernández Cabanás.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, W. F.; DIEN, B. S.; MASTERSON, S. D.; MITCHELL, R. B. Development of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) calibrations for traits related to ethanol conversion from genetically variable napiergrass *(Pennisetum purpureum* SCHUM.). **Bioenergy Research,** v.12, p.34-42, 2018.

ANDRÉS, S.; CALLEJA, A.; LOPES, S.; GONZALEZ, J.S.; GIRALDEZ, F. J. Prediction of gas production kinetic parameters of forages by chemical composition and near infrared reflectance spectroscopy. **Animal Feed Science and Technology**, v. 123, p. 487-499, 2005.

ANDUEZA, D.; PICARD, F.; MARIN-ROSSET, W.; AUFRÉRE, J. Near-infrared Spectroscopy calibrations performed on over-dried green forages for the prediction of chemical composition and nutritive value of preserved forage for ruminants. **Applied Spectroscopy**, v.70, n.8, p.1321-1327, 2016.

ARZANI, H.; SANAEI, A.; BARKER, A. V.; GHAFARI, S.; MOTAMEDI, J. Estimating nitrogen and acid detergent fiber contents of grass species using Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS). **Journal of Rangeland Science**, v.5, n.4, p. 260-268, 2015.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTY - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Arlington: AOAC International, 1990. 1117p.

BARNES, R.J.; DHANOA, M.S.; LISTER, S.J. Standard normal variate transformation and de-trending of near infrared diffuse reflectance spectra. **Applied Spectroscopy,** v.43, p.772–777. 1989.

BORGES, F. M. de O; FERREIRA, W. M.; SIMÕES, E. de O. Espectroscopia de reflectância no infravermelho próximo (NIRS). **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária,** São Paulo, v.24, p.43-58, 2001.

CAPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1837-1856, 2001.

CARVALHO, A. P. S.; ARRUDA, R. M.; ABREU, J. G.; SOUZA, A. L.; RODRIGUES, R. C.; LIMA, L. R.; CABRAL, L. S.; BEHLING NETO, A. Agronomic features of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum) cv. Roxo under irrigation. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 1, p. 275-286, 2018.

CLELAND, J. D.; JOHNSON, E.; MOREL, P. C. H.; KENYON, P. R.; WATERLAND, M. M. Mid-infrared reflectance spectroscopy as a tool for forage feed composition prediction. **Animal Feed Science and Technology**, v. 241, p.102-11, 2018.

COCHRAN, R.C., ADAMS, D.C., WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal Animal Science,** v. 65, n.5, p. 1476-1483, 1986.

DAVID, F. M. **Composição e degradabilidade, através da técnica de produção de gás, de quatro gramíneas tropicais submetidas a corte em diferentes idades**. 2001. 110p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

DECRUYENAERE, V.; LECOMTE, P.; DEMARQUILLY, C.; AUFRERE, J.; DARDENNE, P.; STILMANT, D.; BULDGEN, A. Evaluation of green forage intake and digestibility in ruminants using near infrared reflectance spectroscopy (NIRS): developing a global calibration. **Animal Feed Science and Technology**, v. 148, p.138-156, 2009.

FERNÁNDEZ-CABANÁS, V. M.; POLVILLO POLO, O.; RODRIGUEZ ACUÑA, R.; BOTELLA, B., HORCADA IBÁÑEZ, A. Rapid determination of the fatty acid profile in pork dry-cured sausages by Nir Spectroscopy. **Food Chemistry,** v.124, p.373-378, 2018.

FERREIRA, E. A.; ABREU, J. G.; MARTINEZ, J. C.; BRAZ, T. G. S.; FERREIRA, D. P. Cutting ages of elephant grass for chopped hay production. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n. 3, p. 245-253, 2018.

FERREIRA, E. A.; ABREU, J. G.; MARTINEZ, J. C.; AMORIM, R. S. S.; BEHLING NETO, A.; CABRAL, C. E. A.; BRAZ, T. G. S.; SILVA JUNIOR, C. A.; FERREIRA, D. P. Productivity and nutritional value of elephant grass BRS Canará forage. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 6, p. 2705-2718, 2019.

FONTANELI, R. S., DURR, J. W., SCHEFFER-BASSO, S. M., HAUBERT, F., BORTOLINI, F. Validação do método da reflectância no infravermelho proximal para análise de silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.31, n.2, p.594-598, 2002.

FONTANELI, R. S., SCHEFFER-BASSO, S. M., DÜRR, J. W., APPELT, J. V. BORTOLINI, F., HAUBERT, F. A. Predição da composição química de bermudas (*Cynodon* spp.) pela espectroscopia de reflectância no infravermelho proximal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.838-842, 2004.

GONTIJO NETO, M. M.; SIMEONE, M. L. F.; GUIMARÃES, C. C. Predição do teor de proteína bruta em biomassa de capins braquiária por meio de espectroscopia NIR. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2012. (Comunicado Técnico, 205)

GUERRA, G. L. **Espectroscopia de infravermelho próximo na avaliação da qualidade nutricional de *Brachiaria brizantha* cultivada em diferentes tipos de solo**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil. 2019.

HORCADA, A.; VALERA, M.; JUAREZ, M.; FERNÁNDEZ-CABANÁS, V. M. Authentication of Iberian pork official quality categories using a portable near infrared spectroscopy (NIRS) instrument. **Food Chemistry**, v.318, p.1-7, 2020.

LICITRA, G., HERNANDEZ, T.M., VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science Technology,** v. 57, p.347-358, 1996.

LOBOS, I.; GOU, P.; HUBE, R.; SALDAÑA, R.; ALFARO, M. Evaluation of potencial NIRS to predict pastures nutritive value. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v.13, n.2, p.463-468, 2013.

MASSIGNANI, C.; VANDRESEN, B. B.; MARQUES, J. V.; Kazama, R.; OSMARI, M. P.; SILVA-KAZAMA, D. C. A single calibration of near-infrared spectroscopy to determine the quality of forage for multiple species. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. 1-10, 2021.

MIRA, R.T; FLEMMING, J.S. Utilização da técnica da espectroscopia de refletância no infravermelho proximal na predição da composição química de uma pastagem consorciada entre gramínea + leguminosa. **Scientia Agrária,** v.1, nºs 1-2, p.83-95, 2000.

MOLANO, L. M.; CORTÉS, M. L.; ÁVILA, P.; MARTENS, S. D.; MUÑOZ, L. S. Ecuaciones de calibración en espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) para predicción de parámetros nutritivos en forrajes tropicales. **Tropical Grasslands**, v.4, n.3, p.106-107, 2016.

PARRINI, S.: ACCIAIOLI, A.; CROVETTI, A.; BOZZI, R. Use of FT-NIRS for determination of chemical components and nutritional value of natural pasture. **Italian Journal of Animal Science**, v. 17, p.87-91, 2018.

PEREZ MARÍN, D.; DE PEDRO, E.; GUERRERO GINES, J. E.; GARRIDO VARO, A. Feasibility study on the use of near infrared spectroscopy for prediction of the fatty acid profile in live Iberian pig and carcasses. **Meat Science,** v. 83, p.627-633, 2009.

PIRES, F. F.; PRATES, E. R. Uso da técnica da espectrofotometria de refletância no infravermelho proximal (NIRS) na predição da composição química da alfafa (*Medicago sativa*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1076-1081, 1998

RAFFRENATO, E.; LOMBARD, E.; ERASMUS, L. J.; McNEILL, D. M.; POPPI, D. P. Prediction of indigestible NDF in South African and Australian forages from cell wall characteristics. **Animal Feed Science and Technology**, v. 246, p.104-113, 2018

RECENA, R.; FERNÁNDEZ-CABANÁS, V. M.; DELGADO, A. Soil fertility assessement by Vis-NIR spectorscopy: predicting soil functioning rather than availability indices. **Geoderma**, v.337, p.368-374, 2019.

SERAFIM, C. C.; GUERRA, G. L.; MIZUBUTI, I. Y.; CASTRO, F. A. B.; CALIXTO, O. P. P.; GALBIERO, S.; PARRA, A. R. P. P.; BUMBIERIS JUNIOR, V. H.; PÉRTILE, S. F. N.; REGO, F. C. A. Use of near-infrared spectroscopy for prediction of chemical composition of Tifton 85 grass. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 1287-1302, 2021.

SHENK, J. S.; WESTERHAUS, M. O. **Analysis of agriculture and food products by Near Infrared Reflectance Spectroscopy**. Foss NIR Systems, Inc., Silver Spring, MD, USA. 1995.

SHENK, J. S.; WESTERHAUS, M. O. Calibration the ISI way. In: DAVIES, A. M. C.; WILLIAMS, P. C. **Near Infrared Spectroscopy: the future waves**. NIR Publications, Chichester, UK, pp. 198–202. 1996.

SHENK, J. S., WESTERHAUS, M. O., ABRAMS, S. M. Protocol for NIR calibrations: monitoring analysis results and recalibration. In: Martens, G.C., Shenk, J.S., Barton, F.E. (Eds.), II **Near Infrared Spectroscopy (NIRS): Analysis of Forage Quality. Agriculture Handbook**. vol. 643. USDA-ARS, US Government Printing Office, Washington, DC, pp. 104–110. 1989.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

STARK, E. **Near infrared spectroscopy past and future**. In: Davies, A.M.C., Williams, P.C. (Eds.), Near Infrared Spectroscopy: The Future Waves. NIR Publications, Chichester, UK, pp. 700–713. 1996.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant.** Ithaca: Constock Publishing Associates. 1994. 476 p.

CAPÍTULO 7

ATIVOS E PASSIVOS FLORESTAIS: RELAÇÃO ENTRE PECUÁRIA E DESFLORESTAMENTO NA MICRORREGIÃO DE ARIQUEMES

Data de aceite: 01/12/2021

Edson Resende Filho
http://lattes.cnpq.br/9959704022191134

Käthery Brennecke
http://lattes.cnpq.br/5772754247707035

RESUMO: A presente pesquisa visou identificar e analisar os ativos e passivos florestais no uso e ocupação do solo em Rondônia e a relação entre a pecuária e o desflorestamento na microrregião de Ariquemes no período de 2007 a 2016, bem como os principais aspectos da Legislação Ambiental como instrumento de proteção do meio ambiente, para se utilizar o solo de forma sustentável. Os dados foram avaliados por análise comparativa de estratégias qualitativas, comparando as leis ambientais. As informações para a pesquisa sucedeu por meio de consulta a documentos do acervo dos renomados órgãos públicos ligados à agricultura e meio ambiente. No processo de ocupação de Rondônia sobreveio diversos fatores indutores do desflorestamento, dentre eles, a migração, a construção de rodovias, pólos de desenvolvimento e a expansão da atividade agropecuária, com destaque para a pecuária bovina. O estudo demonstra que o crecimento da pecuária está diretamente relacionado com o desflorestamento. É necessário criar meios tecnológicos para aumentar a produtividade, melhorar a renda e garantir a sustentabilidade, com o uso racional dos recursos naturais.
PALAVRAS-CHAVE: Desflorestamento, Meio Ambiente, Sustentabilidade, Legislação Ambiental.

FOREST ASSETS AND LIABILITIES: RELATIONSHIP BETWEEN CATTLE RANCHING AND DEFORESTATION IN THE MICROREGION OF ARIQUEMES

ABSTRACT: The present research aimed to identify and analyze the forest assets and liabilities in use and occupation of soil in Rondônia and the relationship between livestock and deforestation in the Ariquemes microregion in the period from 2007 to 2016, as well as the main aspects of Environmental Legislation as an instrument for protecting the environment, to use the soil in a sustainable way. The data were evaluated by comparative analysis of qualitative strategies, comparing environmental laws. The information for the search occurred by consultation of documents of the collection of renowned public agencies linked to agriculture and the environment. In the process of occupation of Rondônia occurred several factors inducing deforestation, among them, the migration, the construction of roads and poles of development and the expansion of agricultural activity, with emphasis on livestock. The study demonstrades that livestock growth is directly related to deforestation. It is necessary to create technological means to increase the productivity, improve the income and ensure the sustainability, with the rational use of natural resources.
KEYWORDS: Desforestation, Environment, Sustainability, Environmental Law.

1 I INTRODUÇÃO

A microrregião de Ariquemes, que abrange os municípios de Alto Paraíso,

Ariquemes, Cacaulândia, Machadinho D'Oeste, Monte negro, Rio Crespo e Vale do Anari, possui um total de 204.494 habitantes, que representa 11,32% do total do Estado de Rondônia, com uma área territorial de 24.601,00 Km², que representa 12,36% da área do Estado, cuja densidade demográfica é de 8,31 habitantes/Km² (IBGE, 2018).

O processo de ocupação das terras na microrregião de Ariquemes ocorreu por meio dos projetos de assentamento e colonização conduzidos por meio do INCRA, onde a permanência do agricultor na propriedade estava vinculada à derrubada da floresta que poderia ser de até 50% (cinquenta por cento) da área recebida nestes projetos de colonização official (BRASIL. Presidência da República, 1989; INCRA, 2018).

Através dessas ações de ocupação houve a garantia da posse da terra, onde foram assentados 15.877 (quinze mil, oitocentos e setenta e sete) famílias nos 40 (quarenta) projetos de assentamentos de colonização entre os anos de 1974 a 2014 (INCRA, 2018).

A história de ocupação de Rondônia, apresenta estreita ligação com o processo de desflorestamento, a qual prosseguiu após o alto índice de migração, a instalação de eixos rodoviários e pólos de desenvolvimento e ao aumento da atividade agropecuária (ESCADA et al., 2003).

Rivero et al. (2009) considera que a ocupação da Amazônia tem como causa principal, a expansão da malha rodoviária que culminou no crescimento populacional e ampliação da atividade agropecuária, a qual se constitui na principal causa do processo de desflorestamento.

Castro (2005) corrobora com esse pensamento afirmando que embora todos os atores ligados à agropecuária contribuam para o desflorestamento, a atividade primordialmente responsável pela maior parte do desflorestamento é a pecuária.

Ainda de acordo com Castro (2005), a pecuária foi reconhecida como uma das atividades mais rentáveis e segura do ponto de vista econômico, por isso, justifica e obscurece os custos sociais e ambientais.

Atualmente a forma de ocupação da microrregião de Ariquemes, de acordo com os critérios estabelecidos no Zoneamento Sócio, Ecológico e Econômico de Rondônia - ZSEE-RO, é dividida com base em Zonas e Zubzonas, das quais: Zona 1 (Alto Paraíso, Ariquemes, Cacaulândia, Rio Crespo e parte de Vale do Anari): composta de áreas de uso agropecuário, agroflorestal e florestal, abrange 120.310,48 km2, equivalentes a 50,45% da área total do estado; Zona 2 (UC´s de Machadinho D'Oeste): é composta de áreas de uso especial, abrangendo 34.834,42 km2, equivalentes a 14,60 % da área total do estado, destinada à conservação dos recursos naturais, passíveis de uso sob manejo sustentável; Zona 3 (UC´s de Machadinho D'Oeste e de Vale do Anari): é composta de áreas institucionais, constituídas por aquelas protegidas de uso restrito e controlado, previstas em lei e instituídas pela União, estado e municípios, abrangendo 83.367,90 km2, equivalentes a 34,95 % da área total do estado (RONDÔNIA, Casa Civil, 2018).

O objetivo do trabalho foi o de Identificar as áreas desflorestadas e as áreas em

floresta – ativo e passivo -, a partir da ocupação do solo e da dinâmica de uso na produção animal na microrregião de Ariquemes, visando desenvolver a consciência do uso do solo de forma sustentável, integrando a proteção ambiental por meio da minimização de desflorestamento de novas áreas, com o desenvolvimento econômico.

2 I MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada foi de análise comparativa de estratégias qualitativas (CRESWELL, 2007).

A pesquisa foi classificada como documental, de caráter descritivo e exploratório, com ênfase às causas que provocaram a evolução do desflorestamento da microrregião de Ariquemes, para tanto, adotou-se o método teórico bibliográfico, tendo sido feitas abordagens, tanto em face de fontes primárias, escoradas na legislação brasileira, quanto secundárias, como doutrinas abalizadas pelos jurisconsultos ligados ao objeto do estudo (MÉTODOS DE PESQUISA, 2009).

Utilizou-se também, o método dedutivo, pois o raciocínio central do estudo parte de argumentos gerais para argumentos particulares (SIENA, 2007), ou seja, utilizou-se a Constituição Federal de 1988; a legislação florestal: Lei nº 4.771/65 alterada pela Lei nº 7.803/89, Lei nº 12.651/2012 e o Estatuto da Terra, Lei nº 4.504/64.

Outros ordenamentos legais foram estudados e confrontados no presente estudo, dentre eles: Lei nº 601/1850; Lei nº 6.938/81 (Política Nacional do Meio Ambiente); Lei nº 9.605/88 (Lei de crimes ambientais); Lei nº 9.985/2000 (Sistema Nacional de Unidades de Conservação); Lei Complementar 233/2000 alterada pela Lei Complementar nº 892/2016 (Lei do Zoneamento Sócio, Ecológico e Econômico de Rondônia - ZSEE-RO); Lei nº 1.144/2002 (Lei de criação das Unidades de Conservação estadual - UC's) (BRASIL. Legislação de direito ambiental, 2017; RONDÔNIA. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2018).

A área de estudo foi a microrregião de Ariquemes, que abrange os municípios de Alto Paraíso, Ariquemes, Cacaulândia, Machadinho D'Oeste, Monte Negro, Rio Crespo e Vale do Anari. Essa microrregião possui um total de 204.494 habitantes com área de territorial de 24.601,00 Km² (BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018).

Visando atender aos objetivos da investigação, foi realizada pesquisa e coleta de dados, mapas e publicações oriundas de arquivos e sítios eletrônicos de órgãos públicos, privados e de fontes estatísticas ligados ao setor agropecuário e ambiental.

Realizou-se um estudo observacional e retrospectivo do ano de 2007 a 2016, por meio de análises descritivas e espaciais do uso e ocupação do solo por meio da agricultura e pecuária e sua influência no desflorestamento da microrregião de Ariquemes.

Na análise descritiva utilizou-se os métodos de estatística descritiva para organizar, resumir, descrever e comparar os aspectos importantes (REIS e REIS, 2002) entre dos índices de aumento anual do uso do solo com culturas temporárias e permanentes, pastagens

e dos índices de antropização que gerou o desflorestamento da microrregião de Ariquemes ocorridos entre os anos de 2007 a 2016, bem como a evolução do rebanho bovino ocorrida nesse período, a partir de dados coletados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, da Agência de Defesa Sanitária Agrosilvopastoril do Estado de Rondônia - IDARON, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, da Fundação Nacional do Índio – FUNAI e da Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SEDAM.

Para esta análise utilizou-se como ferramentas descritivas os gráficos e tabelas e também medidas matemáticas como porcentagens, índices e médias (REIS e REIS, 2002), por meio do pacote *Excel* do programa *Microsoft Office Excel*.

Na análise estatística espacial realizou-se a visualização por meio de mapas temáticos, para melhor entender a distribuição espacial no espaço geográfico (CHIPENETE, 2015) dos municípios que compõem a microrregião de Ariquemes, no que se refere ao uso do solo com culturas permantes e temporárias, pecuária e desflorestamento. Os dados relativos a área de pastagens foram elaborados a partir da diferença entre a área desflorestada e a área informada pelo IBGE, de plantio com culturas temporárias e perenes. Os dados do IBGE sobre a área de pastagens da microrregião de Ariquemes encontra-se no censo de 2006.

Para esta análise utilizou-se o programa de Sistema de Informações Geográficas – SIG, QGIS, versão 2.8, *software* livre, cuja coordenada geográfica utilizada foi o *Datum* SIRGAS 2000, e os arquivos vetoriais (*shapes*) foram coletados na base de dados do IBGE, do IDARON, do INPE e da SEDAM para o recorte das áreas de interesse do estudo, a sobreposição de dados vetoriais e a classificação de áreas de uso agrícola e de conservação, assim como, a localização destas áreas.

Para a avaliação, utilizou-se o SIG devido à sua capacidade de sobrepor informações espaciais diferentes e combiná-las com os resultados de análises estatísticas e matemáticas, o que permitiu a detecção de relações espaciais entre os diferentes parâmetros (TRINDADE, 2013), como uso do solo e as áreas preservadas, e a identificação de como as características da antropização estão associadas com as variações espaciais e temporais das formas de utilização do solo.

Para a avaliação considerou-se os seguintes critérios analisados conjuntamente:

- Percentual de área plantada com culturas perenes e temporárias, e área de pastagens, onde considerou-se, nesta metodologia, dados matemáticos, dentre eles, a soma aritimética da área plantada com as culturas agrícolas e da área de pastagens cultivadas na microrregião de Ariquemes;
- Percentual do efetivo de rebanho bovino, da concentração (densidade) animal e do incremento em unidade animal em cada município da microrregião de Ariquemes, onde considerou-se a soma aritimética do quantitativo animal e do incremento do número de animais ocorrido entre os anos de 2007 a 2016;
- Percentual da área desflorestada e da área em floresta, além do incremento

da área desflorestada ocorrido entre os anos de 2007 ao ano de 2016 em cada município, onde considerou-se a soma aritimética do total anual das áreas desflorestadas e o total das áreas em floresta, incluindo as unidades de conserção e terras indígenas;

- Percentual do passivo e ativo florestal na microrregião de Ariquemes, onde, para o cálculo do ativo florestal considerou-se a soma aritimética do total das unidades de conservação existentes na referida microrregião; e para o cálculo do passivo florestal considerou-se a subtração aritimética do total das unidades de conservação do total geral, da área que envolve os municípios da microrregião, e, do total remanescente desta operação, fez-se novamente a subtração aritimética do total da área desflorestada, e deste resultado subtraiu-se aritimeticamente o percentual de reserva legal estabelecido para a microrregião, e, desta subtração restou o valor matemático do passivo florestal da região, que deverá ser reflorestado.
- Correlação entre as significativas variáveis analisadas, como: área com culturas temporárias, com culturas permanentes, com pastagens, com criação de bovino e o total da área desflorestada e da área em floresta e da área das unidades de conservação estabelecidas por lei, na microrregião de Ariquemes, sendo também consideradas a relevância destas variáveis como indicadores do nível de antropização da microrregião de Ariquemes e do grau de correlação existente entre o índice de desflorestamento e o total do efetivo bovino na microrregião de Ariquemes.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados coletados, a microrregião de Ariquemes possui 769.033,24 ha em Unidades de Conservação (UC's), o que representa 15,21% do total das Uc's estadual. Sob a responsabilidade do estado as UC's somam 2.207.407,64 ha e sob responsabilidade do governo federal por meio do ICMBio, as UC's somam uma área de 2.848.912,78 ha, totalizando 5.055.320,42 ha em UC's. Considerando o contexto do total das UC's no Estado de Rondônia, a microrregião de Ariquemes possui um percentual de 15,21% do total das UC's (SEDAM, 2018).

Ocorreu o descumprimento legal no que se refere a preservação das UC's, pois, segundo análise dos dados levantados, já foram desflorestadas 3,53% das UC's do estado e 1,55% das UC's federal (SEDAM, 2018).

As UC's do estado de Rondônia representam 25,41% de sua área total (SEDAM, 2018).

Rondônia possui uma área de 61.216,13 Km² de terras indígenas (FUNAI, 2018), o que somado às UC's, representa 56,19% (cinquenta e seis inteiros e dezenove décimos de milésimo por cento) em área de preservação de floresta – ativo florestal (SEDAM, 2018).

As UC's concentram-se nos municípios de Machadinho D'Oeste e Vale do Anari. O

município de Rio Crespo contempla somente uma pequena parte da Floresta de Rendimento Sustentável Mutum (FERS) e da Reserva Extrativista Estadual Tucano (RESEX). Essas UC's encontram-se localizadas no município de Cujubim-RO que pertence a microrregião de Porto Velho. A cidade de Ariquemes é contemplada com o Parque Municipal (PQm), uma área preservada de 13 (treze) hectares, que se encontra localizada no centro da cidade, o qual tem como finalidade a educação ambiental e apoio às pesquisas relacionadas ao meio ambiente (SEDAM).

A legislação florestal determina para a Amazônia uma área de reserva legal de 80% do imóvel, com redução para 50% se o município tiver 50% da área ocupada por UC's e por terras indígenas homologadas e quando o estado tiver zoneamento ecológico aprovado e mais de 65% de seu território ocupado por UC's e por terras indígenas homologadas (Art. 12, § 4º e § 5º) (BRASIL, 2017).

O estado de Rondônia possui uma área de 56,19% (cinquenta e seis inteiros e dezenove décimos de milésimo por cento), em UC's e terras indígenas, portanto, ainda necessita realizar a reposição de 8,81% (oito inteiros e oitenta e um décimos de milésimo por cento) de florestas, em UC'S e/ou terras indígenas, para cumprir o que estabelece a legislação ambiental federal. Esta reposição é necessária, pois, o estado estabelece reserva legal de 50% na zona 1 (SEDAM, 2018).

De acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2017), a microrregião de Ariquemes detém um ativo florestal de 31,26% (trinta e um inteiros e vinte e seis décimos de miléssimos por cento) de seu território em UC's, no entanto, em decorrência do desflorestamento proporcionado pelo processo de colonização, apresenta um passivo florestal de 30,54% (trinta e cinco inteiros e cinquenta e quatro décimos de milésimos por cento) de sua área (SEDAM, 2018; INPE, 2018).

Segundo Ribeiro (2008), o padrão de ocupação da Amazônia estabelecido pelo modelo econômico do Estado trouxe como consequência um aumento do desflorestamento.

Os dados levantados revelam que no ano de 2007 a microrregião de Ariquemes apresentava 474,80 km² de área plantada com culturas permanentes, das quais se destacam o café, cacau e banana, além de urucum, citrus e pimenta do reino em pequenos plantios. No ano de 2008 houve um acréscimo para 477,54 km², e nos anos subsequentes ocorreu um decréscimo chegando no ano de 2014 com plantio de 160,02 Km², decaíndo para 146,10 km², no ano de 2015. Já no ano de 2016 ocorreu um leve aumento chegando a uma área plantada de 198,44 km² (Figura 1).

Os dados mostram que a queda do plantio de culturas perenes ocorreu pela diminuição acentuada no cultivo de café e cacau. O cultivo da banana se manteve estável com pequenas variações e para as demais culturas ocorreu um decréscimo quanto ao plantio (Figura 1).

Evidencia-se uma queda na área plantada nos municípios, nos anos de 2014, 2015 e 2016. Entre os anos de 2007 a 2011 a área de plantio de culturas permanentes

permaneceu estável. No ano de 2012 ocorreu redução da área plantada nos municípios de Alto Paraíso, Vale do Anari e Rio Crespo, esta queda se deve à redução das áreas de café e cacau. No ano de 2013 a 2015 a queda na área plantada continuou, exceto para o município de Alto Paraíso no ano de 2016 (Figura 1).

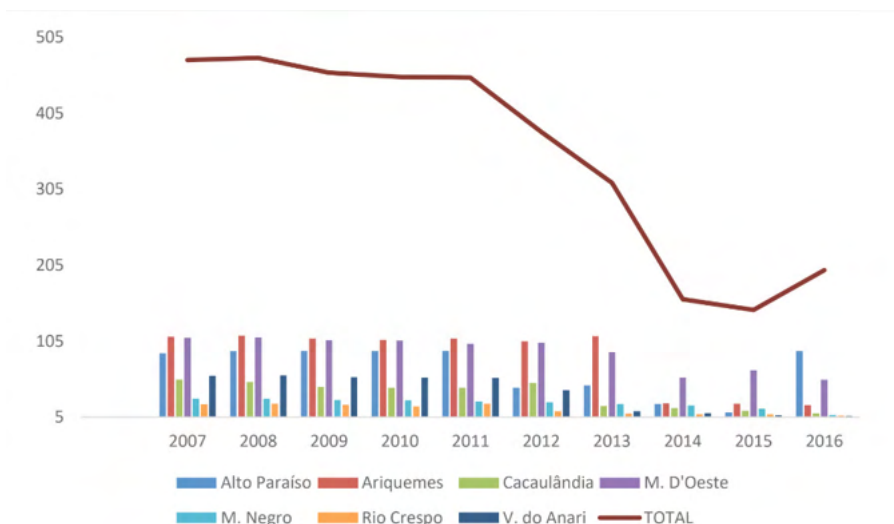



Figura 1 – Evolução do total da área de culturas permanentes na microrregião de Ariquemes e evolução por município em Km², entre os anos de 2007 a 2016.

Fonte: Gráfico elaborado pelo autor com base nos dados do IBGE (2018).

Ocorreu do aumento de plantio de culturas temporárias do ano de 2007 ao ano de 2010, com áreas respectivas de 306,03 km², 327,5 Km² e 357,41 Km², sendo as principais: arroz, milho, feijão e mandioca, e menos expressivas: abacaxi, amendoim, batata doce e melancia. No ano de 2011 houve uma queda no plantio de culturas temporárias com área total plantada de 307,12 Km², e, no ano de 2012 houve um aumento chegando ao total de 363,47 Km². No ano de 2013 ocorreu outra queda, chegando ao patamar de 297,47 Km², porém, a partir do ano de 2014 aconteceu um aumento substancial passando para 360,02 Km² de área plantada, chegando em 2016 com 433,74 Km² de área plantada (Figura 2).

As quedas apontadas estão correlacionadas com o plantio de soja na região de Rio Crespo, Ariquemes e Machadinho D'Oeste nos anos de 2008, depois abrangendo os municípios de Alto Paraíso e Vale do Anari. Em 2014 a região apresentava um plantio de soja em um patamar de 83,65 Km² (8.365 ha) e no ano de 2016 a área de plantio foi de 190,28 Km² (19.028 ha). O total de área plantada com culturas temporárias na microrregião de Ariquemes representa apenas 1,40% (um inteiro e quarenta décimos de milésimo por cento) (Figura 2).

As regiões de Rondônia com maior expansão da soja contam também com outro

fator que contribui muito: o uso da soja para recuperação de pastagens degradadas. Os pecuaristas estão de olho no grão para a recuperação das áreas utilizadas para a criação de gado, por meio o sistema de integração Lavoura-pecuária (EMBRAPA, 2018).

Os dados levantados indicam uma queda na área plantada com culturas temporárias nos municípios de Ariquemes, Cacaulândia, Vale do Anari e Monte Negro. Por outro lado houve incremento da ára plantada nos municípios de Rio Crespo, Alto Paraíso e Machadinho D'Oeste. Este fato ocorreu devido o aumento do plantio da soja (Figura 2).

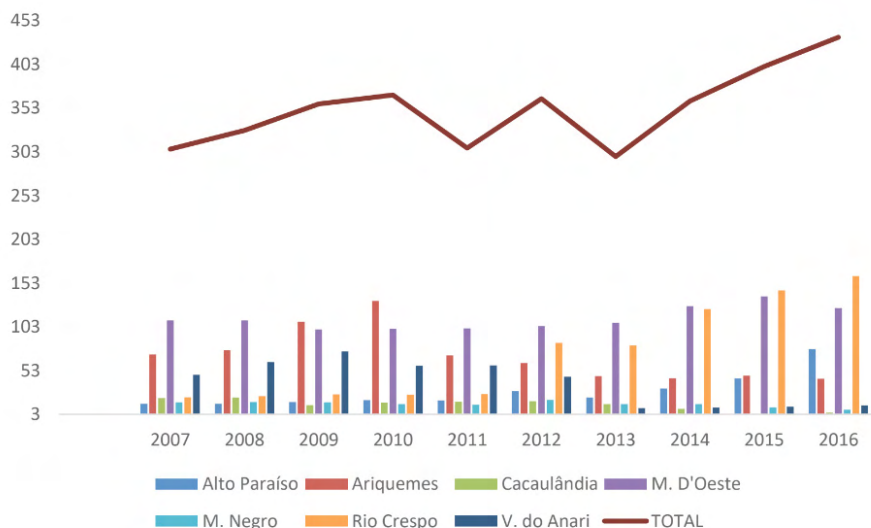



Figura 2 – Evolução do total da área de culturas temporárias na microrregião de Ariquemes e evolução por município em Km², entre os anos de 2007 a 2016.

Fonte: Gráfico elaborado pelo autor com base nos dados do IBGE (2018).

Em termos percentuais da antropização com culturas perenes, temporárias e pastagens, a cultura perene em 2007 representava 3,80% e no ano de 2016 representava 1,46% da área antropizada. A cultura temporária iniciou o ano de 2007 com representatividade percentual em torno de 2,45% e findou no ano de 2016 com 3,18%, em razão da inclusão da cultura da soja (Figura 1; Figura 2).

O estudo verificou que existe um subconjunto de culturas agrícolas que se relacionam com o desflorestamento. A cultura da soja tem uma relação considerável com o desflorestamento nos municípios onde está plantada, pois no ano de 2016, o plantio desta cultura representou 43,86% do total plantado com culturas temporárias (43.374ha) e 30,09% do total plantado com culturas perenes e temporárias (63.218ha) (Figura 1; Figura 2).

Segundo destaca Samuel et al. (2008), a pecuária é a principal força motivadora

do desflorestamento. Primeiro ocorre o desflorestamento das parcelas de terra adquirida, depois segue o plantio de culturas anuais de subsistência, seguido da implantação de pastagens.

O levantamento elaborado mediante a diferença entre as áreas com culturas temporárias e permanentes e a área desflorestada na microrregião de Ariquemes revela um aumento gradativo da área de pastagens na região. No ano de 2007 existiam 11.720,57 Km² de área plantada e em 2016, 12.988,72 Km², o que representa 95,36% da área desflorestada com pastagens no ano de 2016 (Figura 1 e Figura 2).

No ano de 2007 a região tinha um rebanho bovino de 1.551.922 cabeças e no ano de 2016 apresentava um total de 1.856.193 cabeças. Ocorreu um pequeno decréscimo nos anos de 2012 e 2013, no qual a região reduziu o rebanho respectivamente para 1.634.473 e 1.618.479 cabeças. Estes dados revelam a importância da pecuária na microrregião de Ariquemes, e sua evolução progressiva do ano de 2007 ao ano de 2016. Cabe esclarecer que no ano de 2012 ocorreu uma crise econômica internacional e o Brasil foi atingido por esta crise que trouxe reflexos negativos à economia brasileira (Figura 3).

Conforme explica Lima et al. (2013) a crise internacional de 2008 que atingiu os Estados Unidos gerou efeitos prejudiciais às economias mundiais. A desaceleração da economia internacional atingiu a economia brasileira, a qual apresentou, no ano de 2012, o menor índice do PIB (0,9%).

Embora tenha ocorrido esse decréscimo nos anos de 2012 e 2013, nos anos subsequentes houve um acréscimo substancial no quantitativo de bovinos na microrregião de Ariquemes. Isto prova que o setor pecuário é uma atividade econômica importantíssima para a região e se mantém estável independente das crises que ocorrem na economia brasileira (Figura 3).

Rondônia possui o 7º maior rebanho bovino do país e encontra-se em 8º lugar na produção leiteira e em número de abate de bovinos, segundo dados do ANUALPEC (2018).

Os dados tabulados demonstram que, embora ocorreu evolução progressiva no total do rebanho bovino da microrregião de Ariquemes, alguns municípios apresentaram oscilações no decorrer do período analisado, porém é notório o vigor da atividade pecuária no estado de Rondônia e principalmente, na microrregião de Ariquemes, pois, todos os desafios foram superados e ocorreu aumento gradual no número total do rebanho bovino na microrregião (Figura 3).

O aumento do desflorestamento está diretamente relacionado ao aumento do efetivo bovino, pois, parte considerável das áreas que foram desflorestadas e inicialmente utilizadas com culturas permanentes e temporárias terminou sendo convertidas em pastagens para comportar o aumento do efetivo bovino (Figura 3).

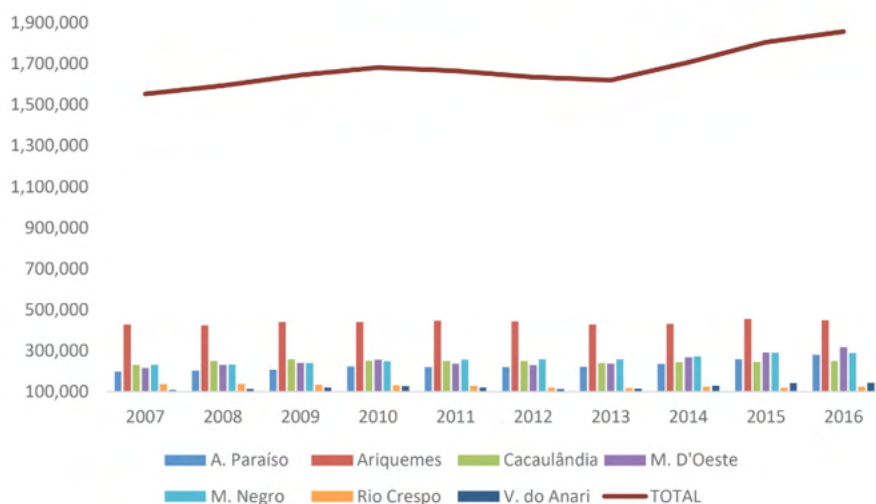



Figura 3 – Evolução total do rebanho bovino da microrregião de Ariquemes e evolução dos municípios, em unidade animal, entre os anos de 2007 a 2016.

Fonte: Gráfico elaborado pelo autor com base nos dados do IDARON (2018).

Na Figura 4 constam dados do desflorestamento progressivo ocorrido entre os anos de 2007 a 2016 na microrregião de Ariquemes. Em 2007 a área desflorestada era de 12.501,40 Km² (doze mil, quinhentos e um quilômetros quadrados e quarenta metros quadrados), e no ano de 2016 a região atingiu 13.620,90 Km² (treze mil, seiscentos e vinte quilômetros quadrados e noventa metros quadrados) de área desflorestada. Não houve queda no decorrer dos anos pesquisados. Os dados revelam um aumento percentual na área desflorestada na microrregião de Ariquemes em torno de 8,21% (oito inteiros e vinte e um décimos de milésimos por cento) entre os anos de 2007 a 2016.

O desflorestamento em todos os municípios da microrregião de Ariquemes, do ano de 2007 ao ano de 2016, aconteceu de forma sucessiva e progressiva, com aumento da taxa de desflorestamento em todos os anos no índice percentual médio de 1,08% ao ano, com destaque para dois municípios: Ariquemes e Machadinho D’Oeste. Estes municípios apresentam as maiores áreas desflorestadas (Figura 4).

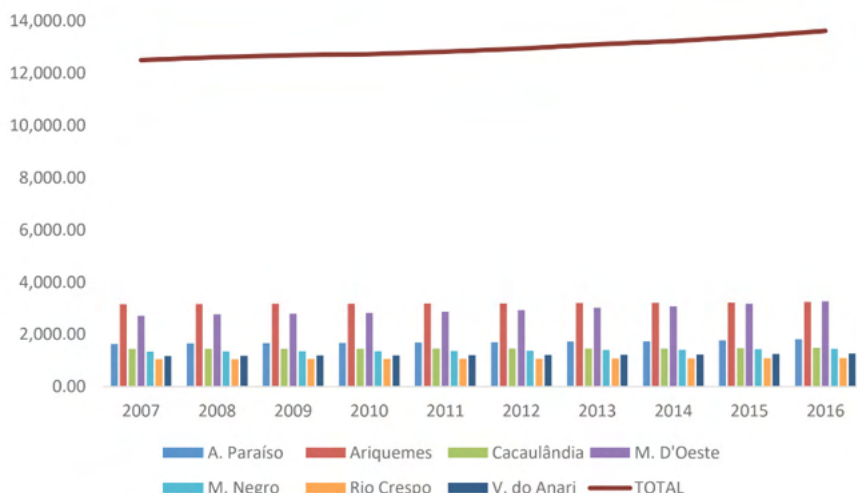



Figura 4 – Evolução do total da área desflorestada da microrregião de Ariquemes e evolução do desflorestamento por município, entre os anos de 2007 a 2016, em Km².

Fonte: Gráfico elaborado pelo autor com base nos dados do INPE (2018).

Segundo Machado (2017), a legislação florestal estabelece para a Amazônia área de reserva legal de 80% do imóvel, porém poderá ser reduzida para 50% se o município tiver 50% da área ocupada por unidades de conservação e por terras indígenas homologadas e quando o Estado tiver zoneamento ecológico aprovado.

O desflorestamento na microrregião de Ariquemes ultrapassa os limites legais estabelecidos, que determinam como reserva legal o percentual de 50%. Os dados demonstram que a microrregião de Ariquemes possui uma área de 24.601,00 Km², que corresponde a soma da área agricultável com 16.910,54 Km² mais a área de UC's com 7.690,46 Km² (SEDAM, 2018).

A região apresenta uma área desflorestada de 13.620,90 Km². O total desflorestado está acima do permitido pela legislação ambiental, pois, subtraindo a área de UC's no total de 7.690,46 Km², resta o total de 16.910,54 Km² para uso da agricultura (SEDAM, 2018; INPE, 2018). Assim, já foram desflorestados 80,54% da área destinada ao uso e ocupação da microrregião, o que representa um passivo florestal de 30,54%. As informações aqui apresentadas não contabilizam as áreas de preservação permanentes - APP's, em razão da indisponibilidade dos dados (BRASIL, Legislação de direito ambiental, 2017).

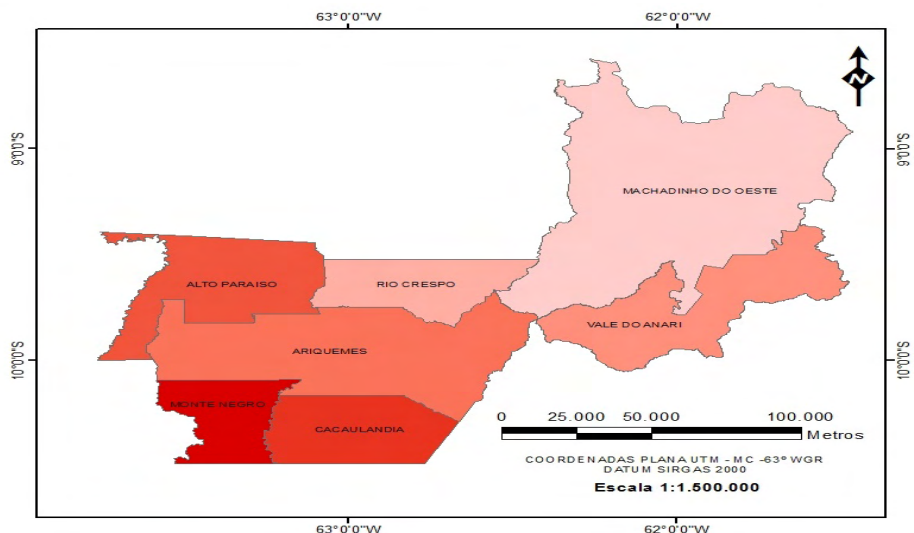
Por meio da figura 5, verifica-se que a microrregião de Ariquemes aumentou a concentração média de animais por quilômetro quadrado (140 animais/Km²), o que representa uma taxa de lotação em torno de 1,4 animais por hectare. Dessa forma, verifica-se que houve aumento na taxa de lotação de animais por hectare o que demonstra uma maior relação pecuária e desflorestamento.

Legenda:	Municipios	Cab/Km²-2016
	Machadinho do Oeste	97
	Rio Crespo	113
	Vale do Anari	114
	Ariquemes	139
	Alto Paraíso	155
	Cacaulândia	170
	Monte Negro	198
Fonte IBGE;IDARON 2017		

Figura 5 – Concentração do rebanho bovino por município da microrregião de Ariquemes em unidade animal por Km² da área desflorestada no ano de 2016.

Fonte: Mapa elaborado pelo autor com base nos dados do IBGE (2018); IDARON (2018).

Os dados apresentados na Figura 6 mostram o incremento do efetivo bovino do ano de 2007 para o ano de 2016, em cada município da microrregião de Ariquemes. Destaca-se o município de Machadinho D'Oeste que apresenta o maior incremento de animais, com acréscimo de 101.905 cabeças de bovinos, neste período, embora apresente a menor concentração de animais por quilômetro quadrado. Isso ocorre porque é o município com a maior área e onde se concentra a mior parte das UC's.

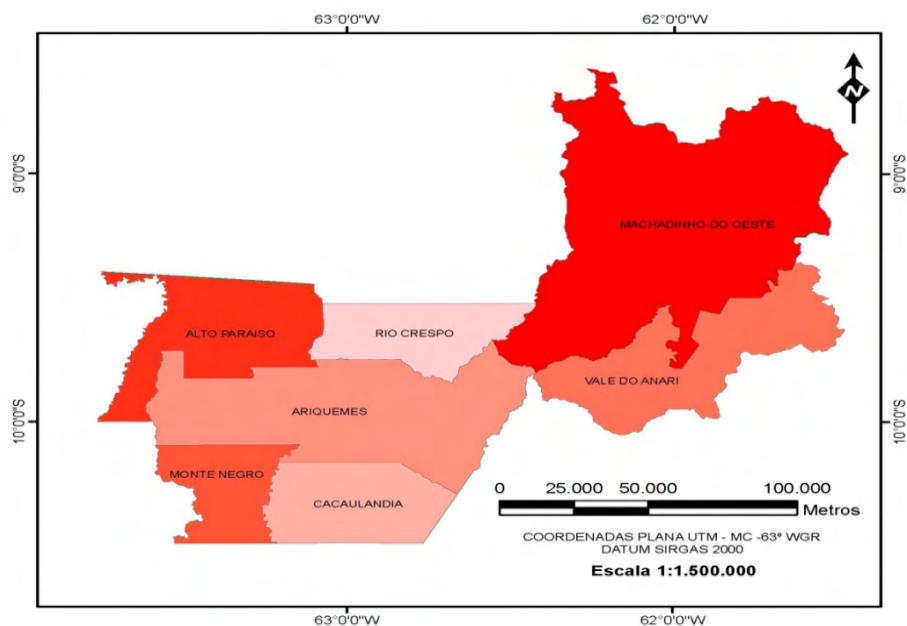
Todos os municípios apresentaram incremento em seu rebanho bovino, com exceção do município de Rio Crespo que teve diminuição no número de animais. Esse fato ocorreu porque o município tem destinado grande parte de sua área para plantio de arroz e soja. No geral houve um incremento de 304.271 animais bovino na microrregião de Ariquemes (Figura 6).

Legenda:	Municipios	Incremento-cabeças	Incremento %
	Rio Crespo	-12.891	-4,24%
	Cacaulândia	19.622	6,45%
	Ariquemes	21.807	7,17%
	Vale do Anari	35.970	11,82%
	Monte Negro	57.262	18,82%
	Alto Paraíso	80.596	26,49%
	Machadinho do Oeste	101.905	33,49%
	TOTAL	304.271	
Fonte IBGE;IDARON 2017			

Figura 6 – Incremento do efetivo bovino, em unidade animal e porcentagem , do ano de 2007 para o ano de 2016, dos municípios da microrregião de Ariquemes.

Fonte: Mapa elaborado pelo autor com base nos dados do IBGE (2018); IDARON (2018).

Os dados apresentados na Figura 7 demonstram o aumento do desflorestamento nos municípios da grande região de Ariquemes em termos de porcentagem do ano de 2007 para o ano de 2016. Observa-se que o índice de incremento do desflorestamento de Machadinho D’Oeste chega ao elevado índice de 49,74%. Segundo as informações coletadas e indicada na figura mencionada, todos os municípios contribuiram para o incremento do índice de desflorestamento.

Legenda:	Municipios	Incremento Km²	Incremento %
	Cacaulândia	30,40	2,72
	Rio Crespo	50,50	4,51
	Ariquemes	89,50	7,99
	Vale do Anari	100,40	8,97
	Monte Negro	115,00	10,27
	Alto Paraíso	176,90	15,80
	Machadinho do Oeste	556,80	49,74

Fonte IBGE;INPE 2017

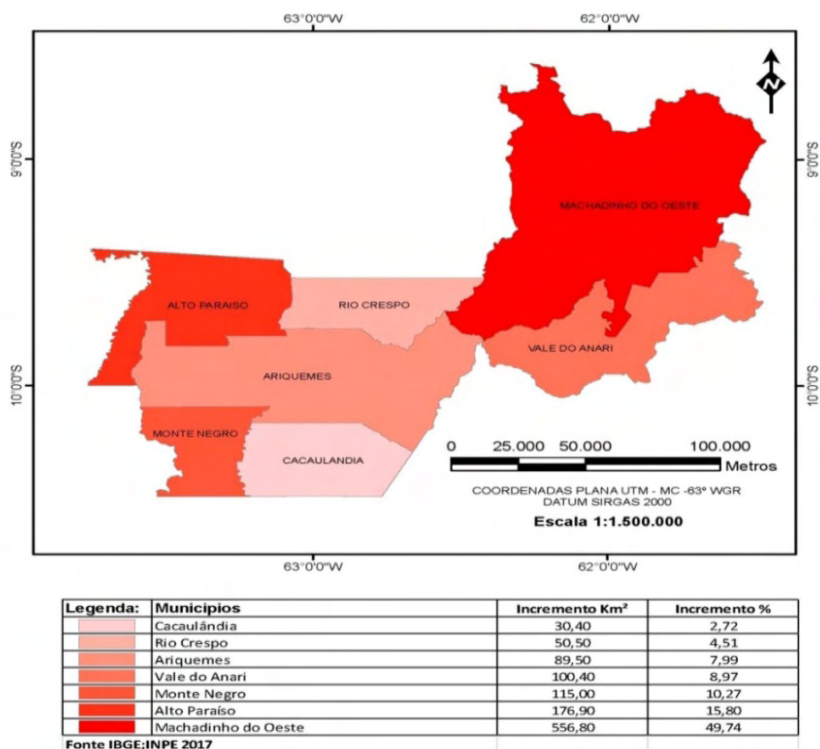



Figura 7 – Incremento da área desflorestada, em Km² e porcentagem, do ano de 2007 para o ano de 2016, dos municípios da microrregião de Ariquemes.

Fonte: Mapa elaborado pelo autor com base nos dados do IBGE (2018); INPE (2018).

As informações coletadas demonstram que a microrregião de Ariquemes possui um passivo florestal de 30,54% que precisa ser regularizado por meio do reflorestamento (IBGE, 2018; INPE, 2018).

O desafio atual é que seja atingido níveis aceitáveis de sustentabilidade e segurança alimentar, ao mesmo tempo em que obtenhamos altos rendimentos. Uma das formas de recuperação de áreas degradadas de forma sustentável é a inclusão de pastagens nas áreas agrícolas , cujo benefício é o aumento da fertilidade do solo, pela adubação das lavouras, o qual possibilita condições favoráveis para pastagens de qualidade e produtiva (BARCELLOS et al., 2008).

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

A microrregião de Ariquemes teve seu espaço geográfico rural e urbano modificado por alterações ambientais, com aumento gradual anual, atingindo, no ano de 2016, o índice de 80,54% de seu território desflorestado, que foi proporcionado pela antropização,

motivada por fatores relacionados aos projetos de assentamentos implementados pelo INCRA, a construção de rodovias, ao crescimento das atividades da agricultura e pecuária com criação de bovinos que representa uma das atividades de maior relevância econômica e social para a região.

A análise dos dados coletados mostrou que a microrregião possui um ativo florestal de 31,26%, pertencente à preservação da floresta pelas UC'S e um passivo florestal de 30,54%, considerando os critérios legais que determina os limites de preservação de reserva legal em torno de 50% na Zona 1.

Os índices da antropização mostraram que, no final do ano de 2016, havia 95,36% da área desflorestada com pastagens; 3,18% com culturas permanentes e 1,46% com culturas temporárias. O efetivo bovino era de 1.856.193 cabeças, com densidade de 128 cabeças/Km², resultando numa taxa de lotação de 1,28 animais/ha. Os resultados da análise dos componentes que contribuíram para o antropização apontam que, embora a agricultura tenha contribuído para o desflorestamento, a bovinocultura é o que mais apresenta correlação.

REFERÊNCIAS

ANUALPEC. Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2018. [internet]. Disponível em: <http://www.anualpec.com.br>. Acesso em 26/04/2018.

Barcellos, A. de O. et al. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. R. Bras. Zootec. vol.37 no.spe Viçosa July 2008. [internet]. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982008001300008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 22/02/2018.

BRASIL. Fundação Nacional do Índio - FUNAI. [internet]. Disponível em: <http://www.funai.gov.br/>. Acesso em 06/05/2018.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE - SIDRA. Pesquisa agrícola municipal. [internet]. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em 25/03/2018.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Anuário Estatístico do Brasil. [internet]. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br>. Acesso em 25/03/2018.

BRASIL. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA. [internet]. Disponível em: < http://www.incra.gov.br/.>. Acesso em: 25/04/2018.

BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE – PRODES. Desflorestamento nos municípios. [internet]. Consultado em: 25/03/2018. Disponível em: BRASIL. Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE – PRODES. [internet]. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>. Acesso em 26/04/2018.

BRASIL. Legislação de direito ambiental. Obra coletiva de autoria da Editora Saraiva com a colaboração de Livia Céspedes e Fabiana Dias da Rocha. 10ª edição. São Paulo: Saraiva, 2017. ISBN 978-85-1427-2.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA – Estatística de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro – AGROSTAT. [internet]. Disponível em: <www.agricultura.gov.br>. Acesso em 25/04/2018.

BRASIL. Presidência da República, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Altera Código Florestal. [Internet]. Brasília, DF; 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/leis/L7803.htm>. Acesso em 26/04/2018.

Castro, E. Dinâmica socioeconômica e desmatamento na Amazônia. Novos Cadernos NAEA v. 8, n. 2, p. 5-39, dez. 2005, ISSN 1516-6481. [internet]. Disponível em: <http://www.periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/viewFile/51/53>. Acesso em 27/04/2018.

Chipenete, C. F. Abordagem matemática na análise de dados de área aplicada à variável malária em Moçambique. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, 2015. [internet]. Disponível em: <http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/7175> Acesso em 12/10/2018.

Creswell, J.W. Projeto de pesquisa: método qualitativo, quantitativo e misto. 2ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Notícias. [internet]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/21235286/a-soja-se-expande-em-rondonia-e-produtores-tem-acesso-a-tecnologias-para-melhorar-a-producao>. Acesso em 15/06/2018.

Escada, M.I.S. et al. Dinâmica da cobertura florestal como indicador para caracterização de padrões de ocupação em Rondônia. Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, 05- 10 abril 2003, INPE, p. 637-647. [internet]. 2003. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.17.23.19/doc/06_350.pdf>. Acesso em 17/03/2018.

Lima, T.D. et al. A crise de 2008 e seus efeitos na economia brasileira. Revista Cadernos de Economia, Chapecó, v. 17, p. 52-65, jan/jun 2013. [internet]. Disponível em: <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/rce/article/view/1651>. Acesso em 14/07/2018.

Machado, P.A.L. Direito ambiental brasileiro. 25ª edição. São Paulo: Malheiros, 2017.

Métodos de pesquisa / [organizado por] Tatiana Engel Gerhardt e Denise Tolfo Silveira ; coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. ISBN 978-85-386-0071-8.

Reis, E.A., Reis I.A. (2002) Análise Descritiva de Dados. Relatório Técnico do Departamento de Estatística da UFMG. Disponível em: <http://www.est.ufmg.br/portal/arquivos/rts/rte0202.pdf>. Acesso em 12/10/2018.

Ribeiro, M.B. As relações ente agropecuária e o desmatamento no Estado de Rondônia. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Rondônia, 2008. [internet]. Disponível em: <http://www.pgdra.unir.br/uploads/85796698/menus/dissertacoes/Marcello_Batista_Dissertacao_2006_2008.pdf>. Acesso em 22/04/2018.

Rivero S. et al. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. Nova econ. vol.19 no.1 Belo Horizonte Jan./Apr. 2009. [internet]. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-63512009000100003>. Acesso em 27/04/2018.

RONDÔNIA. Agência de Defesa Sanitária Agrosilvopastoril do Estado de Rondônia - IDARON. [internet]. Disponível em: <http://www.idaron.ro.gov.br>. Acesso em 29/04/2018.

RONDÔNIA. Casa Civil – Diretoria Técnica Legislativa. [internet]. Disponível em: <http://ditel.casacivil.ro.gov.br/>. Acesso em 04/05/2018.

RONDÔNIA. Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SEDAM. [internet]. Disponível em: <http://www.sedam.ro.gov.br>. Acesso em 29/04/2018.

Samuel, J. de M.O. et al. Pecuária e desmatamento: mudanças no uso do solo em Rondônia. 2008. [internet]. Disponível em: <https://www.academia.edu/28122722>. Acesso em 23/02/2018.

Siena, Osmar. Metodologia da pesquisa científica: elementos para elaboração e apresentação de trabalhos acadêmicos. Osmar Siena. _ Porto Velho: [s.n.], 2007. 200 p. ISBN 978-85-7764-023-2.

Trindade, A. L. C. Aplicação de técnicas estatísticas para avaliação de dados de monitoramento de qualidade das águas superficiais da porção mineira da Bacia do Rio São Francisco. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, 2013. [internet]. Disponível em: <http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/1037M.PDF>. Acesso em 12/10/2018.

CAPÍTULO 8

SUBPRODUTOS DA MINERAÇÃO DA FORMAÇÃO IRATI COMO FONTES ALTERNATIVAS DE NUTRIENTES

Data de aceite: 01/12/2021
Data de submissão: 14/10/2021

Marlon Rodrigues
Programa de Pós-graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água, UFPEL
ORCID: 0000-0001-7661-9166

Ledemar Carlos Vahl
Programa de Pós-graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água, UFPEL
ID Lattes: 8141365816015641

Carlos Augusto Posser Silveira
Pesquisador da Embrapa Clima Temperado
ORCID: 0000-0003-0605-1290

Mussa Mamudo Salé
Programa de Pós-graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água, UFPEL
ORCID: 0000-0002-3787-6669

Marcos Rafael Nanni
Programa de Pós-graduação em Agronomia, UEM
ORCID: 0000-0003-4854-2661

Guilherme Fernando Capristo-Silva
Programa de Pós-graduação em Agronomia, UFMT
ORCID: 0000-0002-0453-6254

RESUMO: A mineração é uma exploração de recurso natural que pode causar impactos ambientais. Promover um destino adequado aos subprodutos da mineração é fundamental para um ganho econômico e ambiental. Nesse sentido, esta pesquisa buscou avaliar a utilização de subprodutos oriundos da mineração de calcário como fontes de nutrientes. O estudo foi conduzido em casa de vegetação e utilizou-se um Argissolo Amarelo eutrófico. Os insumos avaliados foram calcário, 1ª e 2ª haste (subprodutos). As doses foram: 0; 0,5; 1; 2 e 4 vezes a dose recomendada de acordo com o pH SMP do solo e PRNT do calcário para correção do solo até pH 6. O experimento foi implantado em vasos contendo 3,54 kg de solo seco mantidos a uma umidade próxima da capacidade de campo. Determinou-se semanalmente o pH do solo até a sua estabilização e após um período de 4 meses de incubação insumo-solo, foi realizada a determinação dos teores disponíveis dos macronutrientes do solo. A aplicação dos coprodutos proporcionou aumentos médios nos teores de Ca^{2+}, Mg^{2+} e $S\text{-}SO_4^{2-}$ no solo em até 147, 193 e 166%, respectivamente. Além disso, foram encontrados outros benefícios, como aumento do pH do solo e teores de potássio trocável e fósforo disponível. Conclui-se que a aplicação dos subprodutos tem potencial para ser utilizada como fonte alternativa e limpa de macronutrientes secundários.

PALAVRAS-CHAVE: Insumo; macronutrientes; subproduto.

MINING BY-PRODUCTS FROM IRATI FORMATION AS ALTERNATIVE SOURCES OF NUTRIENTS

ABSTRACT: Mining is a natural resource exploration that can cause environmental

impacts. To promote an appropriate destination for the by-products of mining is fundamental for economic and environmental return. In this sense, this research aimed to evaluate the use of by-products from the limestone mining as nutrients sources. The study was implanted in a greenhouse and a Paleudalf soil was used. The inputs evaluated were limestone, 1ª and 2ª haste (by-products). The doses were: 0; 0.5; 1; 2 and 4 times the recommended dose according to the SMP pH of the soil and PRNT of the limestone for soil correction up to pH 6. The experiment was carried out in pots containing 3.54 kg of dry soil kept at a humidity near to the field capacity. A weekly determination of soil pH was carried out until its stabilization, and after a period of 4 months of input-soil incubation, the determination of the available macronutrient contents of the soil was analyzed. The application of the by-products provided average increases in the contents of Ca^{2+}, Mg^{2+} and S-SO_4^{2-} in the soil by up to 147, 193 and 166 %, respectively. In addition, other benefits, such as increased soil pH and contents of potassium and phosphorus available were found. The application of by-products has the potential for being used as an alternative and clean source of secondary macronutrients.
KEYWORDS: Input; macronutrients; by-product.

1 | INTRODUÇÃO

A mineração é uma exploração de recurso natural que pode causar impactos ambientais tanto na área minerada, como também nas áreas próximas. A qualidade da água pode ser afetada pela deposição de resíduos, contaminação do lençol freático e assoreamento dos cursos d'água. No solo, a retirada da cobertura vegetal pode provocar escoamento superficial. A detonação de explosivos prejudica a qualidade do ar, com isso, fauna e flora também são comprometidas com a modificação do ambiente natural (TONIETTO & SILVA, 2011).

Normalmente os subprodutos da mineração do calcário são descartados em aterros ou depositados no meio ambiente, sem qualquer processo de tratamento. As mineradoras que realizam suas atividades em minas a céu aberto descarregam o minério em britadores primários, que alimentam as usinas de beneficiamento ou pilhas de homogeneização e os subprodutos são descarregados nas pilhas de deposição (RODRIGUES & PINTO, 2012). O blend dos materiais de várias frentes de lavra ou de distintas minas, geralmente é uma prática necessária para garantir a uniformidade da alimentação (CHANDA & DAGDELEN, 1995).

Segundo o IPEA (2012) 262 milhões de toneladas de subprodutos de mineração de calcário serão produzidas de 2017 até 2030. Nesse sentido, promover um destino adequado aos subprodutos da mineração é fundamental para um ganho econômico e ambiental.

A maioria dos solos do Brasil são ácidos, porém existem outros impedimentos ao desejável desenvolvimento das culturas, como a deficiência de S ocorrida em muitos solos. Em trabalho realizado em solos do RS, onde os teores de S eram ≤ 6,4 mg dm^{-3}, houve aumento na produtividade em lavoura de arroz-irrigado, quando aplicou-se entre 20 e 40 kg ha^{-1} de S (CARMONA, 2009). Segundo Malavolta (1980), a soja é mais exigente que

o milho e o trigo na demanda por S, requerendo do solo cerca de 8,2 kg de S para cada tonelada produzida, enquanto o milho e o trigo exigem respectivamente, 2,6 kg e 4,3 kg ton^{-1} grão. Wilson Jr. et al. (2006) estabeleceram a recomendação de 20 kg ha^{-1} de S em solos deficientes nesse nutriente nos EUA. Já, a Comissão de Química e Fertilidade do Solo do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina CQFS-RS/SC (2016) agrupam as culturas de acordo com suas exigências em S, estabelecendo dois níveis de suficiência de S no solo, extraíveis com fosfato monocálcico: 10 mg dm^{-3} para as espécies das famílias das fabáceas, brassicáceas e liliáceas, e de 5 mg dm^{-3} para as demais.

A utilização dos subprodutos como fontes de nutrientes, principalmente Ca, Mg e S pode proporcionar incremento na produtividade agrícola em solos deficientes desses minerais e em plantas exigentes dos mesmos. Atualmente, o principal destino dos subprodutos é a pavimentação de estradas. Diante da escassez das reservas de fertilizantes e da grande demanda de insumos na agricultura, realocar os subprodutos para a produção de alimentos é fundamental para um ganho social, ambiental e até mesmo econômico.

Desse modo, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito dos subprodutos da produção de calcário da Formação Irati na correção da acidez e como fonte de nutrientes no solo.

2 I MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização química e física dos insumos

Os materiais utilizados neste estudo, denominados como insumos ou subprodutos, foram obtidos a partir de um perfil estratigráfico de 15 m de uma mina de calcário na Formação Irati localizada em Tietê/SP, Brasil (22º55’5,52” S; 47º46’ 1,68” W). Os subprodutos foram nomeados de acordo com a profundidade em que foram coletados, ou seja, camada 1 (1ª haste) e camada 2 (2ª haste). A primeira foi extraída na parte superior (0–7,5 m) e a segunda na inferior (7,5–15 m), ambas as camadas são compostas por rochas de ritmito (camadas intercalares de calcário com folhelho betuminoso) (Figura 1).

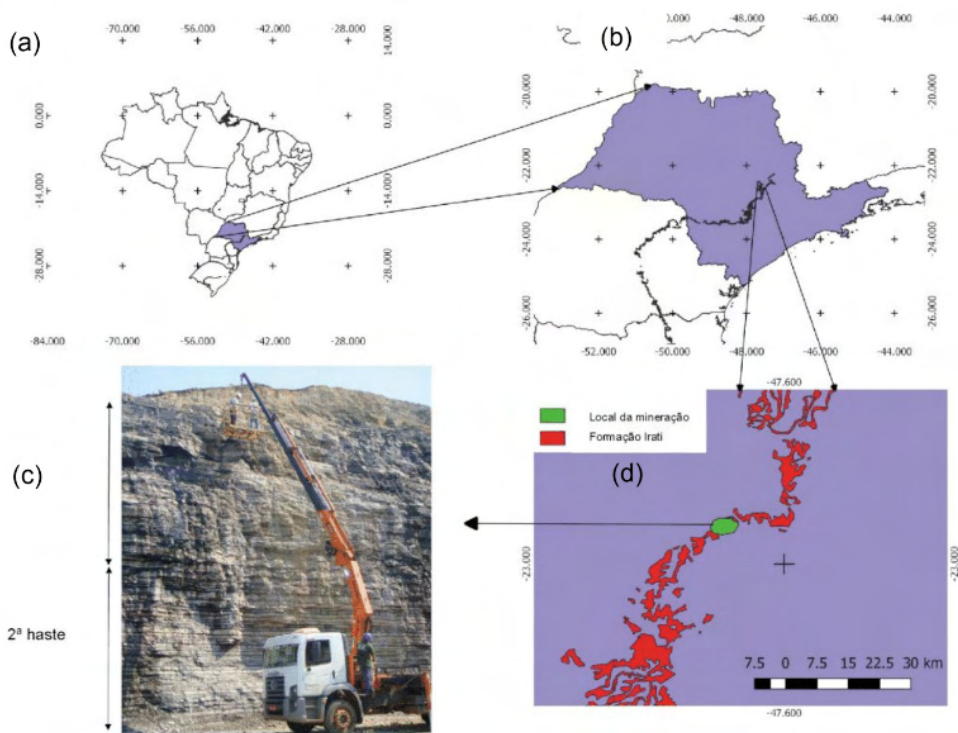



Figura 1. Mapa do Brasil (a), estado de São Paulo (b), perfil estratigráfico para coleta de coprodutos (c) e afloramento da Formação Irati (FI) próximo ao município de Tietê-SP/Brasil (d). No detalhe do perfil estratigráfico, é possível notar o ritmito (1ª haste + 2ª haste) composto por calcário em tons claros em camadas intercaladas com o folhelho pirobetuminoso em tons escuros.

A caracterização química dos insumos utilizados nos três estudos está presente na Tabela 1. Nota-se que a 1ª e 2ª haste possuem maiores teores de micronutrientes, S, P e K do que o calcário, contudo, apresentam menores teores de Ca, Mg e, consequentemente, menor poder de neutralização (PN).

Insumo	Al_2O_3	CaO	Fe_2O_3	K_2O	MgO	MnO	P_2O_5	S	PN	Co	Cu	Mo	Ni	Zn
	%									mg kg^{-1}				
1ª haste	3,57	13,9	4,73	0,72	11,92	0,40	0,13	1,54	54	12,6	15,9	2,7	7,1	28
2ª haste	3,55	13,7	4,30	0,69	12,58	0,30	0,15	1,70	56	11,0	18,6	4,8	7,6	37
Calcário	0,95	25,8	0,76	0,19	18,36	0,20	0,06	0,33	92	3,2	4,8	2,2	2,6	10

Tabela 1 - Teores de nutrientes, alumínio e PN de três diferentes materiais produzidos no processo de mineração de um calcário da Formação Irati.

Na Tabela 2, está descrita à distribuição granulométrica dos insumos que foram utilizados nos experimentos. Nota-se que todos os materiais passaram na peneira de 0,3 mm, caracterizando-os como de granulometria “filler”.

Peneira (mm)	Calcário (%)	1ª haste (%)	2ª haste (%)
> 0,30	0	0	0
0,3 - 0,25	5,7	31,4	46,1
0,25 - 0,10	41,4	41,9	24,1
0,10 - 0,054	51,2	25,8	29,1
0,054 - 0,037	1,7	0,9	0,8
< 0,037	0,08	0,05	0
Total	100	100	100

Tabela 2 - Distribuição granulométrica dos diferentes insumos utilizados no experimento.

O poder de neutralização (PN) dos insumos foi determinado conforme o método geral descrito por Tedesco et al. (1995), utilizando HCl e NaOH.

Na Tabela 3, está representado o PN determinado em laboratório (conforme detalhado anteriormente) e calculado com base nos teores de CaO e MgO, reatividade e poder relativo de neutralização total (PRNT) dos insumos utilizados nos experimentos. As fontes utilizadas foram um calcário dolomítico e dois subprodutos da extração do calcário, denominados de 1ª e 2ª hastes. A distribuição granulométrica foi 100% < 0,3 mm, o que confere uma reatividade teórica de 100% e PRNT de 91,8% para o calcário e 54,4% e 55,8% para a 1ª e 2ª haste, respectivamente.

Parâmetro	Insumo		
	Calcário	1ª haste	2ª haste
PN (determinado)	93,9	60,6	58,1
PN (calculado)	91,8	54,4	55,8
Reatividade	100,0	100,0	100,0
PRNT (calculado)	91,8	54,4	55,8
CaO (%)	25,8	13,9	13,7
MgO (%)	18,4	11,9	12,6
CaO + MgO (%)	44,2	25,8	26,3

Tabela 3 - PN, Reatividade e PRNT dos diferentes insumos utilizados no experimento.

2.2 Local do estudo e procedimento experimental

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão, RS. A região de estudo, segundo a classificação de Köppen, é classificada como de clima mesotérmico úmido e temperado (Cfb).

Para condução do experimento utilizou-se solo proveniente do Centro Agropecuário da Palma/Capão do Leão – RS coletado em área de campo natural cujo solo é classificado,

conforme Streck et al. (2008), como Argissolo Amarelo eutrófico. As amostras foram coletadas na camada superficial (0-20 cm), em seguida expostas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 1 cm de malha. Previamente à instalação do experimento foi realizada a caracterização física e química do solo e dos insumos utilizados.

A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1997). A análise química do solo foi determinada segundo a técnica descrita por Tedesco et al. (1995). Na Tabela 4, estão descritos atributos físicos e químicos do solo utilizado no estudo.

Solo	Argila	M.O.[1]	pH (H_2O)	pH (SMP)	H+Al	Al	Ca	Mg	CTCe[2]	CTCp[3]	K	SO_4^{-2}	V[4]
	--- g kg^{-1} ---				------------------ $cmol_c$ kg^{-1} ------------------						-- mg kg^{-1} --		%
Argissolo	250	20,9	5,2	6,3	3,9	0,6	1,5	0,9	3,2	6,5	39,63	9,4	39,5

[1] Matéria orgânica; [2] Capacidade de troca de cátions efetiva; [3] Capacidade de troca de cátions potencial; [4] Saturação por bases.

Tabela 4 - Atributos físico-químicos da camada arável (0-20 cm) de um Argissolo Amarelo eutrófico.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 3 repetições. O delineamento de tratamentos foi em arranjo fatorial: Fator A – Tipo de insumo: 1ª haste, 2ª haste e calcário e Fator B – Doses de insumo: 0; 0,489; 0,978; 1,956 e 3,912 g kg^{-1}. Estas doses equivalem a 0; 0,5; 1; 2 e 4 vezes a dose do calcário recomendada pelo índice SMP do solo para atingir pH 6. Os materiais das hastes 1 e 2 foram aplicados nas mesmas doses em peso. Os tratamentos estão descritos na Tabela 5.

Tipo de insumo	Tratamentos (dose x SMP)	Dose (g kg^{-1})	Quantidade totais (g kg^{-1})		
			CaO	MgO	S
	Testemunha	0,0	-	-	-
1ª haste	0,5	0,489	0,068	0,058	0,0075
	1,0	0,978	0,136	0,117	0,0151
	2,0	1,956	0,272	0,233	0,0301
	4,0	3,912	0,544	0,466	0,0602
2ª haste	0,5	0,489	0,067	0,062	0,0083
	1,0	0,978	0,134	0,123	0,0166
	2,0	1,956	0,268	0,246	0,0333
	4,0	3,912	0,536	0,492	0,0665
Calcário	0,5	0,489	0,126	0,090	0,0016
	1,0	0,978	0,252	0,180	0,0032
	2,0	1,956	0,505	0,359	0,0065
	4,0	3,912	1,010	0,718	0,0130

Tabela 5 - Descrição dos tratamentos.

O experimento foi implantado em vasos contendo 3,54 kg de solo seco (Figura 2). O controle de umidade do solo no período experimental visou manter valores próximos à capacidade de campo do solo em questão. Inicialmente foi realizada a determinação semanal do pH do solo até a sua estabilização, que ocorreu aos 28 dias. O período total de incubação do solo com os insumos foi de 4 meses. Após a incubação foram realizadas as análises de diferentes elementos químicos do solo: N mineral, P, K, Ca, Mg, S e Al, seguindo a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995) e comentada anteriormente.

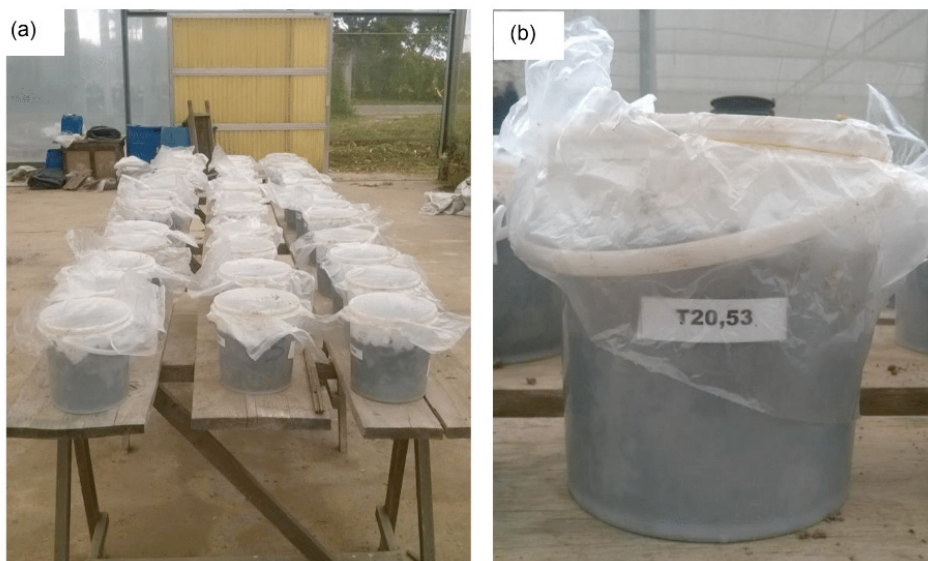



Figura 2. Unidades experimentais dispostas em bancada (a) e detalhe do vaso envolto pelo plástico (b).

2.3 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando as variáveis apresentaram efeito significativo para os fatores estudados, procedeu-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro no caso do fator qualitativo (Tipo de insumo) e de regressão polinomial para o fator quantitativo (Doses dos insumos).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tanto os efeitos isolados quanto a interação entre tipos e doses de insumos foram significativas pelo teste F nas quatro variáveis resposta avaliadas: pH (água -1:1) e teores de Ca^{+2}, Mg^{+2} trocáveis e $S\text{-}SO_4^{-2}$ extraído por fosfato monocálcico (Tabela 6).

O pH do solo (água - 1:1) aumentou com as doses dos insumos (Figura 3), sendo o calcário diferente estatisticamente dos subprodutos em todas as doses aplicadas, com exceção da dose 0,489 g kg^{-1}, que diferiu apenas da 1ª haste (Apêndice A). Devido à

similaridade química entre a 1ª e 2ª haste, não houve diferença estatística entre os tratamentos que tiveram aplicação dessas fontes. Os maiores teores de CaO e MgO do calcário, contribuíram para um maior PN e consequente aumento do pH. Já o menor PN dos subprodutos fez com que as doses necessárias para elevar o pH do solo fossem maiores que as do calcário.

FV	GL	Atributos do solo			
		pH (água – 1:1)	Ca	Mg	$S\text{-}SO_4^{-2}$
		-------------------	---------- (F)	----------	-------------------
Insumo	2	79,78 **	25,99 **	84,88 **	92,68 **
Dose	4	232,92 **	211,90 **	355,87 **	238,45 **
Insumo.Dose	8	9,40 **	4,35 **	10,08 **	20,16 **

FV = Fonte de variação; GL = Graus de liberdade; F = Valor observado da estatística F; ** Significativo a 1%.

Tabela 6 – Valores do teste F de atributos do solo submetido a aplicação de diferentes insumos.

As recomendações de calagem no Rio Grande do Sul têm como critério atingir um determinado pH do solo. No sistema convencional, o objetivo da calagem é elevar o pH do solo até 6,0, faixa de melhor desempenho das culturas, para um período efetivo de no mínimo 5 anos, cuja dose é definida pelo índice SMP (CQFS-RS/SC, 2016). Para o solo atingir pH 6,0, valor recomendado para o milho, foram necessárias 1,522; 1,761 e 0,670 g kg^{-1} da 1ª, 2ª haste e calcário, respectivamente.

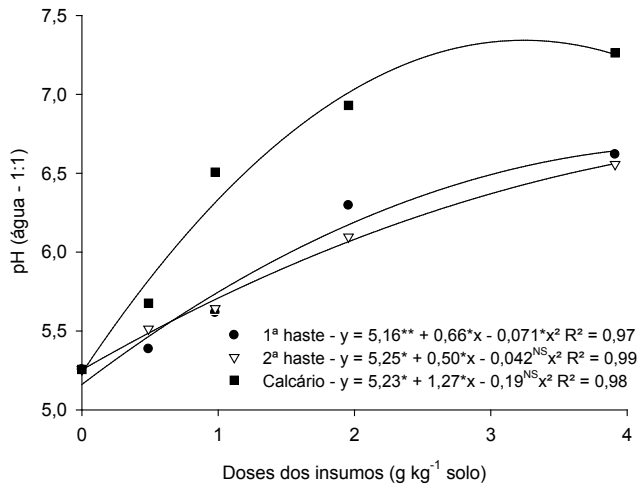



Figura 3 - Variação do pH em água aos 28 dias de incubação em função das doses dos insumos aplicadas. NS = Não significativo; * Significativo a 5%; ** Significativo a 1%.

A aplicação tanto do calcário como dos subprodutos gera íons OH^- que reagem com os H^+ presentes no solo, liberando água e gás carbônico, aumentando assim o pH. A acidez do solo é um dos fatores que mais restringem a produtividade de diversas culturas em várias partes do mundo, inclusive no Brasil. Para incorporação dos solos ácidos ao processo produtivo é imprescindível o uso adequado de materiais com potencial de elevação do pH (FAGERIA, 1999). Segundo Quaggio, (1985), a correção da acidez do solo neutraliza os efeitos tóxicos do Al, altera a disponibilidade de macro e micronutrientes, adsorção e precipitação de P, reações de solubilização, decomposição da matéria orgânica, taxa de solubilização de fosfatos naturais, proporciona melhores condições ao desenvolvimento dos organismos do solo, entre outros.

A aplicação do calcário e dos subprodutos elevou os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} trocáveis no solo (Figura 4). Os teores de Ca no solo, quando da aplicação do calcário nas doses de 1,956 e 3,912 g kg^{-1}, diferiram estatisticamente dos subprodutos. Já para o Mg, a diferença ocorreu nas doses 0,978; 1,956 e 3,912 g kg^{-1}. Os maiores teores equivalentes de CaO em comparação ao MgO, dos insumos utilizados, não resultaram em maior acréscimo nos teores de Ca no solo com a aplicação dos insumos. Os maiores teores de CaO e MgO do calcário, comparado aos subprodutos, resultaram em maior incremento nos teores de Ca e Mg no solo. A similaridade nos teores de CaO e MgO da 1ª e 2ª haste fez com que o comportamento dos teores de Ca e Mg com o aumento das doses fosse semelhante entre esses subprodutos.

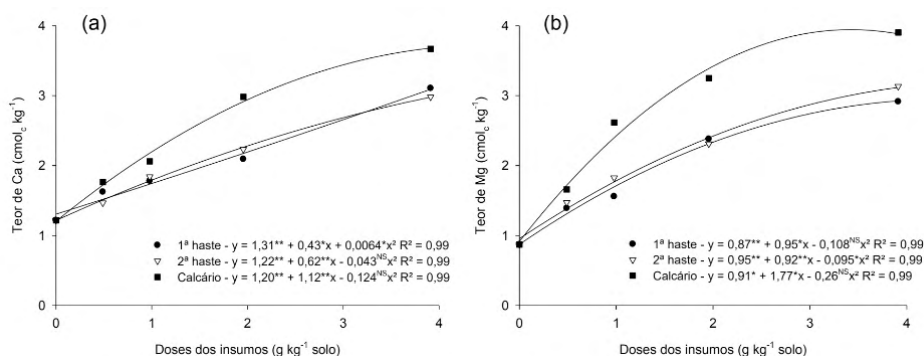



Figura 4 - Teores de Ca (a) e Mg (b) no solo após 120 dias de incubação em função das doses dos insumos aplicadas. NS = Não significativo; * Significativo a 5%; ** Significativo a 1%.

Segundo a CQFS-RS/SC (2016), teores de Ca e Mg acima de 2,0 e 0,5 $cmol_c$ kg^{-1}, respectivamente, são considerados suficientes para diversas culturas. Para os teores de Ca, a aplicação de 0,782 g de calcário por kg de solo atingiu valores considerados suficientes. Já com a aplicação dos subprodutos, em virtude dos menores teores de Ca, os valores considerados suficientes foram encontrados com a aplicação de 1,568 e 1,393 g da

1ª e 2ª haste, respectivamente, por kg de solo. Já para o Mg, os valores foram considerados suficientes em todas as doses.

Tanto o Ca como o Mg são macronutrientes secundários. Seu fornecimento normalmente é realizado por meio da aplicação de calcário, que pode ser calcítico, magnesiano ou dolomítico quando apresenta menos de 5% de MgO, de 5-12% de MgO e acima de 12% de MgO, respectivamente (BROCH & RANNO, 2012).

A aplicação do calcário e dos subprodutos elevou os teores de enxofre na forma de sulfato (S-SO_4^{2-}) no solo (Figura 5). A 2ª haste foi diferente estatisticamente do calcário e 1ª haste nas doses 0,978; 1,956 e 3,912 g kg^{-1}. O maior teor de S total do material da 2ª haste (1,70%), comparado ao calcário (0,33%), proporcionou maior efeito no aumento nos teores de S-SO_4^{2-} no solo. Já a 1ª haste, mesmo com teores de S total de 1,54%, semelhante à 2ª haste, se comportou de maneira diferente com a elevação das doses. Uma das explicações para que isso tenha ocorrido pode ter sido o tipo de mineralogia do subproduto, que apesar dos teores semelhantes entre si, a liberação do S-SO_4^{2-} não ocorreu da mesma forma.

Assmann (1995), estudando a liberação de S-SO_4^{2-} de um calcário oriundo da Formação Irati, observou que doses crescentes desse corretivo proporcionaram aumento nos teores de sulfato no solo. Além da liberação de S-SO_4^{2-} por parte dos subprodutos, a elevação do pH por si só pode promover aumento na disponibilidade desse elemento no solo. Isso se dá pelo aumento da mineralização do S-orgânico e redução da adsorção de S-SO_4^{2-} (CASAGRANDE et al., 2003). Avaliando a influência da calagem e de doses de P sobre a mineralização de compostos orgânicos com S, Silva et al. (1999) observaram maiores teores de SO_4^{2-} após a calagem e maior conversão de S-orgânico a SO_4^{2-} pelo aumento da disponibilidade de P.

Em relação aos níveis de suficiência de S-SO_4^{2-} para as plantas: de 10 mg kg^{-1} para as espécies das famílias das brassicáceas, fabáceas e liliáceas, e de 5 mg kg^{-1} para as demais espécies (CQFS-RS/SC, 2016). Observa-se que em todas as doses dos insumos, os teores de S estiveram em níveis considerados suficientes para todas as famílias.

O S é um dos elementos essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Grandes áreas do planeta apresentam solos com deficiência de S, especialmente os com baixo teor de matéria orgânica e altamente intemperizados. O S ocorre no solo na forma orgânica e inorgânica, sendo que a participação dessas duas formas varia de acordo com as condições do solo, tais como: composição mineralógica, pH, drenagem, teor de matéria orgânica e profundidade do perfil (ALVAREZ et al., 2007). O enxofre inorgânico é a forma disponível para as plantas e ocorre na forma de ânion sulfato (SO_4^{2-}). Em consequência de sua carga negativa, o sulfato não é atraído para as superfícies da argila do solo e da matéria orgânica, exceto sob determinadas condições de acidez (BISSANI et al., 1988).

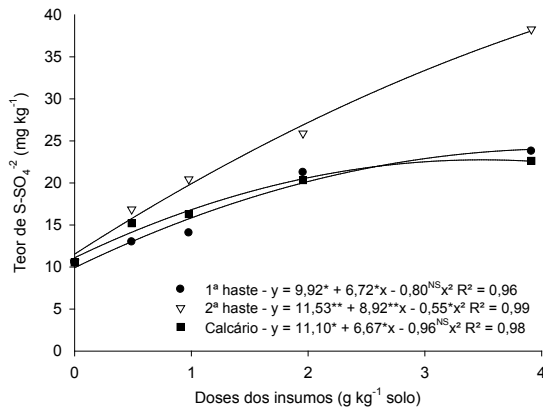



Figura 5 - Teores de $S\text{-}SO_4^{-2}$ do solo após 120 dias de incubação em função das doses dos insumos aplicadas. NS = Não significativo; * Significativo a 5%; ** Significativo a 1%.

Houve aumento nos teores de N mineral do solo com a aplicação dos insumos. Observa-se (Tabela 7) que houve efeito dos fatores dose e tipo de insumo, sendo que a dose 0,489 g kg^{-1} apresentou os maiores valores, especialmente quando da aplicação da 2ª haste, que diferiu estatisticamente dos outros insumos nesta dose. Já em outras doses, os insumos não diferiram estatisticamente entre si.

O aumento nos teores de N mineral é devido à melhoria nas condições de mineralização do N orgânico que ocorrem com a correção da acidez do solo. Silva et al. (1994), estudando o efeito da calagem na mineralização do nitrogênio em solos de Minas Gerais observaram que o processo de mineralização do N é bastante influenciado por fatores bióticos e abióticos, entre esses, há destaque para o pH do solo.

O nitrogênio tem importante papel no metabolismo e na nutrição das plantas. Sua deficiência causa o desbalanceamento nutricional, diminuindo significativamente a produtividade das plantas, afetando a altura das plantas, o número de folhas, o diâmetro do caule e a área foliar, e seu excesso pode causar fitotoxidez (BISCARO et al., 2008).

Insumo	Dose (g kg^{-1} de solo)				
	0	0,489	0,978	1,956	3,912
	N mineral (mg kg^{-1}) – 120 dias de incubação				
Calcário	48,03 Ab	63,73 Ba	55,37 Aab	56,61 Aab	59,37 Aab
1ª haste	48,03 Ab	64,87 Ba	55,64 Aab	58,63 Aab	61,14 Aa
2ª haste	48,03 Ac	74,07 Aa	61,00 Ab	63,02 Ab	64,29 Aab
	P (mg kg^{-1}) – 120 dias de incubação				
Calcário	6,00 Ac	6,71 Abc	6,96 Aabc	7,34 Aab	7,79 Aa
1ª haste	6,00 Ab	6,79 Aab	6,96 Aab	7,12 Aa	7,29 Aa
2ª haste	6,00 Ab	6,96 Aab	6,96 Aab	7,04 Aab	7,17 Aa

		K^+ (mg kg^{-1}) – 120 dias de incubação			
Calcário	38,79 Ab	39,77 Ab	40,10 Bb	41,40 Bb	45,64 Aa
1ª haste	38,79 Ac	41,40 Abc	44,34 Aab	45,31 Aab	47,92 Aa
2ª haste	38,79 Ac	42,38 Abc	43,36 Aabc	46,29 Aab	47,27 Aa
		Al^{3+} ($cmol_c$ kg^{-1}) – 120 dias de incubação			
Calcário	0,14 Aa	0,08 Ab	0,05 Ac	0,05 Ac	0,05 Ac
1ª haste	0,14 Aa	0,10 Ab	0,07 Ac	0,05 Ac	0,05 Ac
2ª haste	0,14 Aa	0,10 Ab	0,07 Ac	0,05 Ac	0,05 Ac

* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 7 - Teores de N mineral (N-NH_4^+ + N-NO_3^-), P, K e Al do solo aos 120 dias de incubação em função das doses dos insumos aplicadas.

Para os teores de P no solo, observa-se aumento com a aplicação dos insumos, no entanto, não houve diferença estatística entre esses (Tabela 7). Tanto o calcário, como os subprodutos não possuem grandes teores de P na sua composição, fazendo com que o aumento dos teores de P esteja relacionado ao aumento do pH do solo causado pela aplicação desses. Contudo, segundo a CQFS-RS/SC (2016), os teores de P, em todas as doses, são enquadrados como “baixo”.

O Al e, ou, Fe em solução podem causar precipitação de fosfatos adicionados ao solo. A aplicação dos insumos, ao elevar o pH do solo pela produção de hidroxilas, pode ter promovido a solubilização de Al-P e Fe-P e diminuído a adsorção aos óxidos de Fe e Al (RAIJ, 2011). Esses resultados confirmam o que Smith & Sanchez (1980) encontraram em estudo avaliando influência do pH na sorção de P.

Os solos brasileiros são carentes em fósforo (P), em consequência do seu material de origem e da forte interação do P com o solo (RAIJ, 2011), assim, o fósforo pode ser considerado o nutriente mais limitante da produção de biomassa dos solos tropicais (NOVAIS et al., 2007). Diante disso a correção da acidez do solo é uma prática essencial para diminuir a fixação do P e consequentemente aumentar a sua disponibilidade para as culturas.

Para os teores de K^+ no solo, houve efeito dos fatores dose e tipo de insumo. Para o fator dose, nota-se aumento nos teores desse elemento com a aplicação dos insumos, sendo que os maiores valores foram encontrados na dose 3,912 g kg^{-1} (Tabela 7). Para o fator tipo de insumo, nota-se que a aplicação da 1ª e 2ª haste nas doses 0,978 e 1,956 g kg^{-1} proporcionou os maiores valores, diferindo estatisticamente do calcário. Os subprodutos apresentavam em média 0,71 % de K_2O em sua composição, quase 4 vezes mais que o calcário, que possuía 0,19 %. Isso permitiu que houvesse um aporte de K por meio da adição desses. Segundo a CQFS-RS/SC (2016), os teores de K foram considerados baixos no tratamento testemunha (dose 0) e nas doses 0,489 e 0,978 g de calcário por kg de solo e médios nas outras doses de calcário e em todas dos subprodutos.

As plantas absorvem o potássio (K^+) da solução do solo, cuja concentração é mantida pelo equilíbrio com o K^+ trocável. Contudo, quando a concentração de K^+ na solução atinge valores muito baixos, pode haver difusão de parte do K^+ contido na estrutura dos argilominerais e dissolução dos minerais primários que contém K, liberando esse para as plantas (DREVER, 1994).

Para os teores de Al^{3+} trocáveis do solo, nota-se efeito isolado do fator dose (Tabela 7), sendo que o aumento da dose dos insumos proporcionou diminuição nos teores desse elemento. Nota-se ainda que houve uma estabilização dos teores de Al trocáveis do solo a partir das doses 0,978 e 1,956 g kg^{-1} para o calcário e subprodutos, respectivamente.

O Al é encontrado em solos ácidos na forma de diversas espécies solúveis, como: Al^{3+}, $AlOH^{2+}$, $Al(OH)_2^+$, $Al(OH)_4^-$, AlL (L = orgânico) e AlF_n. O Al^{3+} é a espécie mais tóxica às plantas. A aplicação tanto do calcário como dos subprodutos promoveu redução da toxidez de Al pelas reações de hidrólise e formação de precipitado $Al(OH)_3$ (KINRAIDE, 1991).

A toxicidade ao alumínio é considerada um dos mais importantes problemas de toxicidade de metais em solos ácidos (ANIOL, 1990). Vários estudos demonstram que a inibição do crescimento da raiz é o sintoma mais visível da toxicidade do Al em plantas, resultando na redução e em danos ao sistema radicular, podendo colaborar à deficiência mineral e estresse hídrico (DEGENHARDT et al., 1998; FOY, 1974).

3.1 Considerações gerais

O Poder de neutralização (PN) do calcário, da 1ª e da 2ª haste foram calculados com base nos seus teores de CaO e MgO (Tabela 1) e determinados em laboratório. Pode-se observar (Tabela 3) semelhança nos resultados entre essas duas formas de verificação, sendo que a segunda apresentou tendência de maiores valores. Quanto à diferença entre os insumos, houve valores maiores para o calcário e semelhança entre os subprodutos.

A aplicação dos subprodutos proporcionou aumento no pH do solo, porém, em magnitude inferior ao calcário. Para atingir pH 6,0, foi necessário aplicar 2,3 e 2,6 vezes a quantidade em gramas da 1ª e 2ª haste, respectivamente, quando comparado ao calcário. Isso se deu devido ao menor PN dos subprodutos (54,5 e 55,8 para a 1ª e 2ª haste, respectivamente – PN calculado).

Os subprodutos, além da capacidade de elevar o pH do solo, também demonstram ser fontes de cálcio, magnésio e enxofre. Para atingir o nível considerado suficiente de cálcio para as plantas (2 $cmol_c$ kg^{-1}), foi necessário aplicar 2 e 2,1 vezes a quantidade em gramas da 1ª e 2ª haste, respectivamente, quando comparado ao calcário. Já para o magnésio, para atingir o mesmo teor, comparado ao calcário, foi necessário aplicar 2,1 e 1,9 vezes a quantidade em gramas da 1ª e 2ª haste, respectivamente. Esses resultados são diretamente influenciados pelos teores de CaO e MgO desses insumos (Tabela 1), onde, por apresentar menores valores desses compostos, foi necessário neste estudo, aplicar maiores quantidades em gramas dos subprodutos. Como pôde ser observado, a

1ª e 2ª haste são fontes similares quanto à concentração e disponibilidade de cálcio e magnésio no solo.

Ao contrário do que ocorreu para o cálcio e o magnésio no solo, houve diferença entre os subprodutos em relação a disponibilidade de enxofre no solo, sendo a 2ª haste a fonte que proporcionou os maiores valores. Como exemplo, para atingir o ponto de máximo teor de enxofre analisado para a 1ª haste e calcário, foi necessário aplicar, respectivamente, doses 2,6 e 3,0 vezes menores da 2ª haste. Isso se deu, provavelmente, ao maior teor de S da 2ª haste (1,70%, Tabela 1) e a possível maior reatividade do mineral pirita presente na amostra. Como visto, a 1ª haste e o calcário apresentaram comportamento similar.

Atualmente, os coprodutos da mineração de calcário da Formação Irati podem ser considerados passivos ambientais, uma vez que são depositados em grandes pilhas, sem nenhum processo de tratamento, ou são destinados à pavimentação de estradas. Encontrar uma solução para essa situação é fundamental, e a destinação desses coprodutos em áreas agrícolas é um grande avanço no aspecto ambiental. Portanto, no presente trabalho, a eficiência na disponibilização de macronutrientes secundários para o milho demonstra que os coprodutos podem ser realocados como fontes de nutrientes para a agricultura.

4 | CONCLUSÕES

Os subprodutos da mineração de calcário da Formação Irati têm potencial de aumentar o pH do solo, contudo, necessitam maiores doses do que o calcário.

A aplicação dos subprodutos proporciona incremento nos teores de cálcio e magnésio no solo.

A aplicação do subproduto denominado 2ª haste é mais eficiente em disponibilizar enxofre para o solo.

Diante dos resultados encontrados, os subprodutos denominados 1ª e 2ª hastes, constituídas de folhelhos e lentes de calcário dolomítico, tem potencial de uso como fontes de macronutrientes secundários. Demais estudos são necessários para melhor compreender seus efeitos como fontes de macronutrientes primários, como o potássio.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, V. V. H.; ROSCOE, R.; KURIHARA, C. H.; PEREIRA, N. F. Enxofre. In: NOVAIS, R. F. et al. **Fertilidade do solo**, Viçosa: SBCS/UFV, 2007. p.595-635.

ANIOL, A. Genetics of tolerance to aluminum in wheat (*Triticum aestivum* L. Thell). **Plant and Soil**, Netherlands, v.123, p.223-227, 1990.

ASSMANN, T. S. **Influência da aplicação do calcário Irati (São Mateus do Sul - PR) nos teores de S, Cu, Fe e Zn no solo e na planta de milho**. Curitiba, 1995. Dissertação, (Mestrado em Agronomia) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

BISCARO G. A.; MACHADO, J. R.; TOSTA, M. DA S.; MENDONÇA, V.; SORATTO, R. P.; CARVALHO, L. A. de. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia-MS, **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, p.1366-1373, 2008.

BISSANI, C. A; TEDESCO, M. J. O enxofre no solo. In: BORKERT, C. M.; LANTMANN, A F. (Ed.). **Enxofre e micronutrientes na agricultura.** Brasileira. Londrina: EMBRAPA SOJA. SBCS, 1988. p.11-27.

BROCH, D. L.; RANNO, S. K. Fertilidade do solo, adubação e nutrição da cultura da soja. In: **Tecnologia e Produção: Soja e Milho 2011/2012**. Fundação MS, Maracaju -MS, 2012. p.2-38.

CARMONA, F. C.; CONTE, O.; FRAGA, T. I.; BARROS, T.; PULVER, E.; ANGHINONI, I. Disponibilidade no solo, estado nutricional e recomendação de enxofre para o arroz irrigado. **Revista Brasileira em Ciência do Solo**, v.33, p.345-355, 2009.

CASAGRANDE, J. C.; ALLEONI, L. R. F.; CAMARGO, O. A.; BORGES, M. Adsorção de fosfato e sulfato em solos com cargas variáveis. **Revista Brasileira em Ciência do Solo**, v.27, p.51-59, 2003.

CHANDA, E. K. C.; DAGDELEN, K. Optimal blending of mine production using goal programming and interactive graphics systems. **International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment**, v. 9, p. 203-208, 1995.

CQFS-RS/SC - COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11. ed. Santa Maria: SBCS - Núcleo Regional Sul/UFSM, 2016. 376 p.

DEGENHARDT, J., LARSEN, P. B.; HOWELL, S. H. Aluminum resistance in the *Arabidopsis mutant* is caused by an aluminum-induced increase in rhizosphere pH. **Plant Physiology**, Minneapolis, v.117, p.19-27, 1998.

DREVER, J. I. The effect of land plants on weathering rates of silicate minerals. **Geochimica Cosmochimica Acta Journal**, v.58, p.2325-2332, 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo** - 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F. **Manejo da acidez dos solos de cerrado e de várzea do Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa-CNPAF, 1999. 42 p.

FOY, C. D. Effects of aluminum on plant growth. In: CARSON, E. W., ed. **The plant root and its environment**. Charlottesville, University Press, 1974. p.601- 642.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Caderno de Diagnóstico: **Resíduos Sólidos da Atividade de mineração**. IPEA, Brasília, 2012. 41 p.

KINRAID, T. B. **Identity of the rhizotoxic aluminum species**. Plant Soil, The Hague, v.134, p.167-178, 1991.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017 p.

QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. van; MALAVOLTA, E. Alternative use of the SMP-buffer solution to determine lime requirement of soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.16, p.245-260,1985.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo dos nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011.

RODRIGUES, L. F.; PINTO, L. R. Análise comparativa de metodologias utilizadas no despacho de caminhões em minas a céu aberto. **Revista Escola Minas**, v.65, p.377-384, 2012.

SILVA, C. A.; VALE, F. R.; GUILHERME, L. R. G. Efeito da calagem na mineralização do nitrogênio em solos de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, p.471-476, 1994.

SILVA, C. A.; VALE, F. R.; ANDERSON, S. J.; KOBAL, A.R. **Nitrogen and sulfur mineralization in brazilian soils under influence of liming and phosphorus**. Pesquisa Agropecuária Bras. v.34, p.1679-1689, 1999.

SMITH, T. J.; SANCHEZ, P. Effects of lime, silicate and phosphorus applications to an oxisol on phosphorus sorption and ion retention. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v.44, p.500-505, 1980.

STRECK, E. V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. As principais classes de solos identificadas no Rio Grande do Sul. In: **Solos do Rio Grande do Sul**. 2 ed. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008, 222 p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, G.; BISSANI, C. A. **Análises de solo, plantas e outros materiais.** 2 ed. Porto Alegre-RS: Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, 1995, 174 p.

TONIETTO, A.; SILVA, J. J. M. C. Valoração de danos nos casos de mineração de ferro no Brasil. **Revista Brasileira de Criminalística**, v.1, p.31-38, 2011.

WILSON J. R., C.; SLATON, N.; NORMAN, R.. **Rice production handbook**. Arkansas, Cooperative Extension Service University of Arkansas, 2006. 126 p.

CAPÍTULO 9

UTILIZAÇÃO DE GLUTAMINA E ÁCIDO GLUTÂMICO SOBRE A ATIVIDADE DAS ENZIMAS INTESTINAIS DE FRANGOS DE CORTE

Data de aceite: 01/12/2021
Data de submissão: 13/09/2021

Édina de Fátima Aguiar
Docente na Universidade José do Rosário Vellano, Departamento de Agronomia/ UNIFENAS
Alfenas – MG
http://lattes.cnpq.br/8153983015392223

Talitha Kássia Alves dos Santos Dessimoni
Aluna de Pós-graduação na Universidade José do Rosário Vellano, Departamento de Agronomia/UNIFENAS
Alfenas - MG
http://lattes.cnpq.br/8531845491568650

Erothildes Silva Rohrer Martins
Aluna de Pós-graduação na Universidade José do Rosário Vellano, Departamento de Agronomia/UNIFENAS
Alfenas - MG
http://lattes.cnpq.br/7443193286115244

Thayná Brito Pereira
Aluna de graduação na Universidade José do Rosário Vellano, Departamento de Agronomia/ UNIFENAS
Alfenas – MG
http://lattes.cnpq.br/7196782876409303

Carolina Toledo Santos
Docente na Faculdade Eduvale de Avaré; Departamento de Zootecnia
Avaré - SP
http://lattes.cnpq.br/2629165748762238

André Gomes Faria
Aluno de Pós-graduação na Universidade José do Rosário Vellano, Departamento de Agronomia/UNIFENAS
Alfenas - MG
http://lattes.cnpq.br/4758131492535829

Renata Moreira Arantes
Aluna de Pós-graduação na Universidade José do Rosário Vellano, Departamento de Agronomia/UNIFENAS
Alfenas- MG
http://lattes.cnpq.br/1945225675700043

RESUMO: Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a atividade das enzimas digestivas na mucosa intestinal de frangos de corte suplementados com aminoácidos sintéticos na ração, no qual foram alojados 340 pintos de um dia de idade, machos, da linhagem Cobb®, por 42 dias. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições de 17 aves cada. Os tratamentos foram: 1- Ração basal; 2- Ração basal com suplementação de 1% de glutamina; 3- Ração basal com suplementação de 1% de ácido glutâmico; 4- Ração basal com suplementação de 2% da combinação de glutamina e ácido glutâmico. Aos 7, 14 e 42 dias de idade, 120 aves foram eutanasiadas, e coletados segmentos do intestino delgado de 2 aves/repetição, totalizando 40 aves por período analisado, em que lavados com solução fisiológica gelada, pesados e em seguida congelados em nitrogênio líquido. Posteriormente procedeu-se o descongelamento das amostras, que foram raspadas, pesadas e

diluídas em quatro partes de água deionizada. O sobrenadante obtido foi coletado e incubado em substrato apropriado (maltose e sacarose), a partir da determinação do método da glicose oxidase, utilizando espectrofotômetro a 505nm. A fosfatase alcalina foi determinada por Kits comerciais em um comprimento de onda de 405nm. Aos 7 dias de idade, no segmento do duodeno e íleo, o tratamento controle apresentou maior atividade da enzima sacarase. Já no segmento do jejuno, as aves suplementadas com o tratamento que continha 1% de ácido glutâmico apresentou menor atividade de sacarase, enquanto que a fosfatase alcalina, apresentou maior atividade no tratamento controle. Nas demais idades, 14 e 42 dias, as enzimas não foram influenciadas. Portanto, a atividade enzimática não foi influenciada pela suplementação de aminoácidos sintéticos na dieta de frangos de corte.
PALAVRAS-CHAVE: Aminoácidos, aves, dissacaridases, mucosa intestinal.

USE OF GLUTAMIN AND GLUTAMIC ACID ON THE ACTIVITY INTESTINAL ENZYMES IN CHICKENS

ABSTRACT: This study was conducted to evaluate the activity of digestive enzymes in the intestinal mucosa of broilers supplemented with synthetic amino acids in the diet, being housed 340 chicks one day old, male, Cobb®, for 42 days were allocated. The design was completely randomized with four treatments and five replicates of 17 birds each. The treatments were: 1 - basal ration; 2 - basal ration supplemented with 1% glutamine; 3 - basal ration supplemented with 1% glutamic acid; 4 - basal ration supplemented with 2% of the combination of glutamine and glutamic acid. At 7, 14 and 42 days of age 120 birds were euthanized and segments of the small intestine of two birds/replicates were collected, totaling 40 birds per analysis period, washed with cold saline solution, weighed and frozen in liquid nitrogen. Subsequently proceeded thawing the samples, were scraped, weighed and diluted in four parts of deionized water. The supernatant obtained was collected and incubated in appropriate substrate (maltose and sucrose), the determination of the glucose oxidase method using a spectrophotometer at 505 nm. The alkaline phosphatase was determined by commercial kits a wavelength of 405nm. At 7 days of age, in the segment duodenum and ileum, the control treatment showed a higher activity of the enzyme sucrase. In jejunal segment, the birds supplemented with treatment containing 1% glutamic acid showed lower sucrase activity, while alkaline phosphatase higher activity in the control treatment. In other ages, 14 and 42 days, the enzymes were not influenced. Therefore, the enzyme activity was not influenced by supplementation of synthetic amino acids in the diet of broilers.
KEYWORDS: Amino acids, birds, disaccharidases, intestinal mucosa.

1 I INTRODUÇÃO

O período de transição que vai desde a formação do embrião até o estágio pós-eclosão nas aves é crítico para o desenvolvimento de todos os sistemas, em particular o trato gastrointestinal, de maneira que algumas formas de manejo adotadas durante os primeiros dias pós-eclosão, podem melhorar o desempenho durante todo o ciclo de vida desses animais. Apesar do trato gastrointestinal apresentar-se anatomicamente completo no final do período de incubação, este sofre sensíveis alterações morfológicas e fisiológicas,

que preparam a ave para o consumo de dietas complexas. Durante o desenvolvimento embrionário, os nutrientes são supridos pelo ovo e após a eclosão, as aves iniciam a utilização de nutrientes provenientes das dietas, exigindo um período de adaptação do trato gastrointestinal desses animais, decorrente da mudança de alimentação. A literatura pertinente preconiza que a primeira semana de vida da ave tem especial importância nesse processo de maturação, no qual o tamanho relativo do intestino e a produção enzimática são otimizados (MAIORKA, 2002).

As enzimas digestivas presentes na membrana em escova dos enterócitos da mucosa intestinal são responsáveis pela digestão final de muitas das macromoléculas da dieta, apresentando papel importante na regulação da quantidade de nutrientes disponíveis para a absorção. Além da função digestiva, algumas das enzimas estão envolvidas em outras funções como o transporte de nutrientes, recepção de sinais intracelulares e regulação da diferenciação e crescimento celular (IJI et al., 2001).

Em frangos, as principais dissacaridases presentes na membrana apical dos enterócitos são a sacarase e a maltase (UNI et al., 2003). A sacarase (complexo sacarase-isomaltase) é a enzima responsável pela hidrólise de sacarose, isomaltose e, isomaltotriose. A sacarose é um dissacarídeo que está presente principalmente em frutas, enquanto que a isomaltose se encontra em polissacarídeos de origem animal e vegetal como amido, glicogênio e celulose. Esta enzima apresenta atividade já em embriões de frangos, aumentado após o nascimento (BROWN, 1971).

O complexo sacarase-isomaltase hidrolisa a união α 1-6 dos oligossacarídeos e dissacarídeos resultantes da digestão realizada pela amilase pancreática, formando glicose e frutose. Já a enzima maltase (maltase-glucoamilases) hidrolisa as uniões α1-4 e α1-6 dos dissacarídeos e oligossacarídeos liberando glicose. Esta dissacaridase é a mais abundante na membrana apical dos enterócitos (GALAND & FOSTNER, 1974).

No que se refere à atividade de proteínas de membrana na absorção intestinal, a glicose é absorvida pela membrana citoplasmática do ápice dos enterócitos, ao nível de microvilos, e seu movimento, assim como da sacarose, frutose e alguns aminoácidos: alanina, taurina e glutamina para dentro das células ocorre contra um gradiente de concentração, sendo, por isso realizado por um co-transporte com íons Na+, cuja concentração é maior fora do que dentro da célula, sendo realizado por transportadores de membrana (BOLELI et al., 2002).

Outra enzima importante para a digestão alimentar é a fosfatase alcalina, que em estudos com mamíferos, a sua presença na membrana em escova do intestino delgado, tem sido associada funções digestivas importantes relacionada a regulação da absorção de lipídeos, e atuando também como componente da barreira imune da mucosa do intestino, prevenindo a invasão de bactérias (GOLDEBERG et al., 2008).

Objetivou-se com este estudo avaliar as atividades enzimáticas das dissacaridases (maltase e sacarase) e a fosfatase alcalina na mucosa do intestino delgado de frangos

de corte suplementados com glutamina, ácido glutâmico e a associação de ambos os aminoácidos.

2 I MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no aviário experimental FMVZ/UNESP/Botucatu, sob o protocolo do comitê de ética de uso de animais 076/2017. Foram utilizados 340 pintos de um dia de idade, machos, da linhagem Cobb® 500, por 42 dias. O delineamento utilizado foi inteiramente casualisado, com quatro tratamentos e cinco repetições de 17 aves em cada. Os tratamentos de ambos os experimentos foram: 1- Ração basal; 2- Ração basal com suplementação de 1% de glutamina; 3- Ração basal com suplementação de 1% de ácido glutâmico; 4- Ração basal com suplementação de 2% da combinação de glutamina e ácido glutâmico.

O galpão experimental era dotado de ventiladores distribuídos de forma a promover ventilação homogênea em todos os boxes. O sistema de manejo adotado foi o tradicionalmente utilizado nas criações comerciais de frangos de corte. A cama utilizada foi de maravalha reaproveitada de um lote comercial de frangos de corte, que após ter passado por processo de fermentação sendo coberta com lona plástica em toda sua extensão foi distribuída no aviário.

Os dados de temperatura e umidade máxima e mínima foram registrados diariamente utilizando-se um termo-higrômetro de máxima e mínima, sendo a média da temperatura 30,9ºC e 21,3ºC, e umidade relativa de 85,60% e 43,86% respectivamente.

O arraçoamento foi dividido em 4 fases: pré - inicial (1-7 dias), inicial (8-21 dias), crescimento (22-35 dias) e final (35-42 dias), sendo formuladas de acordo com Rostagno et al. (2011). As aves receberam água e ração *ad libitum* durante todo o período experimental.

Os tratamentos foram estabelecidos a partir da substituição do amido de milho nas dietas por apresentarem valores energéticos semelhantes aos aminoácidos e ao produto comercial, sendo que no primeiro tratamento foi adicionado o amido de milho (2% de amido de milho), no segundo foi adicionado 1% de glutamina e 1% de amido de milho, no terceiro tratamento foi adicionado 1% de ácido glutâmico e 1% de amido de milho e no quarto tratamento foi adicionado 2% da combinação de glutamina e ácido glutâmico (produto comercial AminoGut® que apresenta garantia mínima de 10% de glutamina e 10% de ácido glutâmico). Foram utilizadas dietas isoprotéicas, isocalóricas e isoaminoacídicas elaboradas a base de milho e farelo de soja (Tabela 1).

Ingredientes	Pré Inicial	Inicial	Crescimento	Final
Milho Moído	52,681	56,845	59,475	64,253
Farelo de soja (45%)	38,740	35,221	32,013	27,790
Óleo de soja	2,210	2,163	3,145	2,950
Fosfato bicálcico	1,910	1,512	1,293	1,100
Calcário calcítico	0,911	0,921	0,850	0,750
DL-metionina	0,358	0,288	0,257	0,242
L-lisina HCl	0,272	0,205	0,180	0,220
Treonina	0,108	0,060	0,040	0,050
Bicarbonato de Sódio	0,125	0,125	0,125	0,125
Cloreto de colina	0,060	0,060	0,050	0,040
Sal comum	0,425	0,400	0,372	0,380
Anticoccidiano[1]	0,050	0,050	0,050	-
Suplemento Vit[2]	0,100	0,100	0,100	0,050
Suplemento mineral[3]	0,050	0,050	0,050	0,050
Amido de milho	2,000	2,000	2,000	2,000
Total	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição Nutricional Calculada				
EM (kcal/kg)	2950	3000	3100	3150
Proteína (%)	22,20	20,80	19,50	18,00
Cálcio (%)	0,920	0,819	0,732	0,638
P Disp (%)	0,470	0,391	0,342	0,298
Lis Digestível (%)	1,310	1,174	1,078	1,010
Met Digestível (%)	0,511	0,458	0,431	0,404
Met + Cist Digest (%)	0,944	0,846	0,787	0,737
Treonina (%)	0,852	0,763	0,701	0,656
Potássio (%)	0,590	0,585	0,580	0,580
Sódio (%)	0,220	0,210	0,200	0,195
Cloro (%)	0,200	0,190	0,180	0,170

[1] Salinomicina; [2]Suplemento Vitamínico: MC-MIX Frangos Inicial 1 kg (Mcassab®) níveis de garantia/kg de ração para as fases pré-inicial e inicial: Vit. A 11.000 UI; Vit. D3 2.000 UI; Vit. E 16 UI; Vit. K 1,5 mg; Vit B1 1,2 mg; Vit B2 4,5 mg; Vit B6 2mg; Vit. B12 16 μg; Ácido fólico, 0,4 mg ; Ácido Pantotênico 9,2 mg; Biotina, 0,06 mg; Niacina, 35 mg ; Se, 0,25 mg ; MC-MIX Frangos Engorda 1 kg (Mcassab®) níveis de garantia/kg de ração fase de crescimento: Vit. A 9.000 UI; Vit. D3, 1.600 UI; Vit. E, 14UI; Vit. K 1,5 mg; Vit B1 1,0 mg; Vit B2 4,0 mg; Vit B6 1,8mg; Vit. B12, 12 μg; Ácido fólico, 0,3 mg; Ácido Pantotênico 8,28 mg; Biotina, 0,05 mg; Niacina, 30 mg; Se, 0,25 mg; MC-MIX Frangos Abate 0,5 kg (Mcassab®) níveis de garantia/kg de ração: Vit. A 3.000 UI; Vit. D3 500 UI; Vit. E, 5 UI; Vit. K 0,5 mg; Vit B1 0,3 mg; Vit B2 1 mg; Vit B6 0,4mg; Vit. B12 3 μg; Niacina 5mg; Ácido Pantotênico 3,68 mg; Biotina, 15 mg; Se, 0,2 mg; [3]Suplemento Mineral: MC-MIX Mineral Aves 0,5 kg (Mcassab®) níveis de garantia/kg de ração: Ferro 30 mg; Cobre 9 mg; Manganês 60 mg; Zinco 60 mg; I, 1 mg. EM= Energia Metabolizável, P disp = Fósforo disponível; Lis = lisina; Met + Cist digest = metionina + cistina digestível.

Tabela 1. Composições centesimais e nutricionais calculadas das rações basais.

Aos 7, 14 e 42 dias de idade, um total de 120 aves, sendo que em cada período analisado foram transportadas até o Abatedouro Experimental da FMVZ – UNESP/ Botucatu, um total de 40 aves/período, no qual foram insensibilizadas por eletronarcose e eutanasiadas com o corte da veia jugular e artéria carótida. Posteriormente foi retirado o trato gastrointestinal destas aves e coletado os segmentos do intestino delgado, lavados em solução fisiológica gelada, pesados, acondicionados em frascos previamente identificados e congelados em nitrogênio líquido para posterior análise da atividade das enzimas maltase, sacarase e fosfatase alcalina na mucosa intestinal.

Posteriormente as amostras foram descongeladas e em seguida realizadas a raspagem da mucosa com auxílio de uma lâmina de vidro. A mucosa foi pesada, diluída em água deionizada gelada numa proporção de 1:4 (peso: volume) e homogeneizada em homogeneizador tipo Turrax. O extrato obtido foi centrifugado a 4ºC por 20 minutos a 14.000xg. Para a determinação das dissacaridases foi utilizado um espectofotômetro a 505nm, de acordo com Dahlquist (1964). Alíquotas do homogeneizado foram incubados, com substratos apropriados (sacarose ou maltose) e a glicose liberada durante a reação foi determinada pelo método de glicose-oxidase, utilizando kits comerciais (Bioliquid - Laborclin – Brasil).

Para a determinação da fosfatase alcalina intestinal, o sobrenadante após descongelado foi adicionado ao Kit comercial (Fosfatase Alcalina – AMP – Laborclin – Brasil), de acordo com a metodologia indicada pelo fabricante e as leituras foram feitas em espectrofotômetro a 405nm, em 3 tempos (0, 1, 2 e 3 min).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo programa computacional SAS - Statistical Analysis System (versão 9.0), pelo procedimento *Proc MIXED.* As médias entre os tratamentos foram estimadas usando-se o LSMEANS e a comparação entre elas, quando necessária, realizada por meio da probabilidade da diferença (PDIFF), usando o teste de *Tukey* a 5% de significância.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 7 dias de idade, a atividade específica da enzima maltase não foi afetada pelos diferentes tratamentos, enquanto que a enzima sacarase apresentou no segmento do duodeno, uma maior atividade enzimática para o tratamento controle em relação aos demais tratamentos (Tabela 2). No segmento de jejuno, o tratamento com 1% de ácido glutâmico foi que apresentou menor atividade da enzima sacarase. Já para o segmento do íleo, a atividade específica da sacarase foi maior para o tratamento controle, diferenciando dos demais tratamentos. Para a atividade específica da enzima fosfatase alcalina intestinal, no segmento do jejuno, o tratamento controle apresentou uma maior atividade em relação ao tratamento com 2% da combinação de glutamina e ácido glutâmico, não diferenciando dos demais tratamentos.

Estes resultados apresentam-se discordantes dos encontrados por Sakamoto et al. (2011), que não encontraram diferença para estas enzimas em aves no mesmo período analisado e com dietas suplementadas com diferentes níveis da combinação de glutamina e ácido glutâmico.

Nesse estudo foi possível observar no tratamento controle alta atividade específica da sacarase, o que leva a inferir que esse resultado fosse devido à adição de amido de milho às dietas. Moran Jr. (1985) preconiza que a digestão e absorção de carboidratos são altamente adaptáveis de acordo com os níveis utilizados na dieta.

Segundo Traber et al. (1991), a expressão da fosfatase alcalina é um indicador da maturação dos enterócitos na mucosa intestinal, apresentando maior atividade no segmento de duodeno, sendo menor no segmento de íleo. De maneira similar a esses dados, os resultados encotrados mostraram diminuição da atividade da fosfatase alcalina desde o segmento de duodeno até o segmento de íleo.

Em estudos com frangos de corte no qual a ração teve alta porcentagem de substituição do milho por sorgo desde o primeiro dia de vida dos frangos, foi constatado que a atividade da fosfatase alcalina e da maltase não foram afetadas no intestino dos mesmos (TORRES, 2010).

Tratamentos						
Variáveis	Duodeno					
	Controle	L-Gln (1%)	L-Glu (1%)	Gln/Glu (2%)	Médias	Prob
Maltase	0,643	0,966	1,140	0,738	0,871	0,132
Sacarase	0,168A	0,148B	0,142B	0,147B	0,151	0,007
Fosf. Alc.	455,23	844,86	627,15	489,60	604,21	0,304
	Jejuno					
Maltase	1,120	0,778	1,058	0,968	0,981	0,116
Sacarase	0,118A	0,124A	0,093B	0,120A	0,114	0,030
Fosf. Alc.	276,59A	222,78A	195,14AB	125,21B	204,93	0,068
	Íleo					
Maltase	1,217	1,023	0,996	1,091	1,082	0,426
Sacarase	0,149A	0,123B	0,123B	0,113B	0,127	0,044
Fosf. Alc.	168,05	74,72	58,70	47,17	87,18	0,405

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p<0,05$); Fosf. Alc. =Fosfatase Alcalina (U/L); L-GLn=Glutamina; L-Glu=Ácido Glutâmico; Gln/Glu= Combinação de glutamina e ácido glutâmico; Prob=Probabilidade.

Tabela 2. Médias da atividade enzimática específica da maltase e sacarase (U/mg tecido) e da fosfatase alcalina (U/L) da mucosa intestinal de frangos de corte suplementados com glutamina e ácido glutâmico isolados e em combinação aos 7 dias de idade.

Aos 14 dias de idade, a atividade das enzimas não foi influenciada pelos tratamentos nos diferentes segmentos (Tabela 3). Sakamoto et al. (2011) também não relataram influência dos tratamentos na atividade das enzimas nessa fase de criação, exceto diferença para a atividade específica da maltase no segmento de jejuno.

Por outro lado, Pinheiro et al. (2004) em seus estudos com aves submetidas a restrição alimentar em período inicial de criação e com dieta não suplementado com complexo enzimático, mostraram um aumento da atividade da sacarase, amilase, e da lipase, imediatamente após o período de restrição. Por outro lado, foi verificado, que a atividade da maltase foi maior nas aves com restrição alimentar e que receberam uma suplementação na dieta.

	Tratamentos					
Variáveis	Duodeno					
	Controle	L-Gln (1%)	L-Glu (1%)	Gln/Glu (2%)	Médias	Prob
Maltase	0,786	0,753	0,677	0,731	0,737	0,887
Sacarase	0,160	0,153	0,163	0,159	0,158	0,791
Fosf. Alc.	581,27	589,93	298,76	415,15	471,28	0,262
	Jejuno					
Maltase	0,793	0,991	1,037	1,038	0,965	0,330
Sacarase	0,111	0,130	0,122	0,127	0,122	0,522
Fosf. Alc.	417,00	457,63	462,88	471,81	452,33	0,979
	Íleo					
Maltase	0,835	0,784	1,003	1,024	0,911	0,506
Sacarase	0,153	0,155	0,135	0,131	0,143	0,335
Fosf. Alc.	69,81	91,67	109,36	101,81	93,16	0,690

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p<0,05$); Fosf. Alc. =Fosfatase Alaclina (U/L); L-GLn=Glutamina; L-Glu=Ácido Glutâmico; Gln/Glu= Combinação de glutamina e ácido glutâmico; Prob=Probabilidade.

Tabela 3. Médias da atividade enzimática específica da maltase e sacarase (U/mg tecido) e da fosfatase alcalina (U/L) da mucosa intestinal de frangos de corte suplementados com glutamina e ácido glutâmico isolados e em combinação aos 14 dias de idade

Para o período de 42 dias de idade, a atividade das diferentes enzimas intestinais não foi influenciada pelos tratamentos (Tabela 4). Os resultados deste estudo discordam dos encontrados por Sakamoto et al. (2011), que observaram influência dos diferentes níveis da combinação de glutamina e ácido glutâmico sobre a atividade da sacarase nesta mesma idade.

Estudos realizados sobre a atividade das enzimas da borda em escova da mucosa do jejuno em frangos alimentados com diferentes níveis de substituição do milho pelo

sorgo na ração também mostraram diminuição da atividade das enzimas aminopeptidase e maltase aos 42 dias de vida (TORRES, 2010).

De maneira contrária, Pinheiro et al. (2004) verificaram aos 42 dias interação entre a restrição alimentar e suplementação enzimática com relação a atividade enzimática da sacarase e da maltase.Em outro estudo com restrição alimentar, em frangos de corte aos 35 dias, Duarte (2009) encontrou diminuição da atividade enzimática da sacarase e maltase.

	Tratamentos					
Variáveis	Duodeno					
	Controle	L-Gln (1%)	L-Glu (1%)	Gln/Glu (2%)	Médias	Prob
Maltase	0,859	1,138	0,735	0,980	0,928	0,231
Sacarase	0,138	0,133	0,130	0,140	0,135	0,924
Fosf. Alc.	443,90	419,67	362,92	468,59	423,77	0,804
	Jejuno					
Maltase	1,632	1,435	1,363	1,496	1,481	0,553
Sacarase	0,094	0,028	0,068	0,051	0,060	0,252
Fosf. Alc.	309,11	228,77	227,29	244,52	252,42	0,886
	Íleo					
Maltase	1,530	1,320	1,451	1,511	1,453	0,864
Sacarase	0,071	0,053	0,089	0,047	0,065	0,357
Fosf. Alc.	83,28	81,08	121,98	83,93	92,57	0,224

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p<0,05$); Fosf. Alc. =Fosfatase Alaclina (U/L); L-GLn=Glutamina; L-Glu=Ácido Glutâmico; Gln/Glu= Combinação de glutamina e ácido glutâmico; Prob=Probabilidade.

Tabela 4. Médias da atividade enzimática específica da maltase e sacarase (U/mg tecido) e da fosfatase alcalina (U/L) da mucosa intestinal de frangos de corte suplementados com glutamina e ácido glutâmico isolados e em combinação aos 42 dias de idade

4 I CONCLUSÃO

Nas condições em que o experimento foi realizado, a adição de aminoácidos sintéticos na ração não influenciou a atividade específica das enzimas da mucosa intestinal de frangos de corte.

REFERÊNCIAS

BOLELI, I.C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. **Estrutura funcional do trato digestório**. In: Macari M.; Furlan R.L.; Gonzales E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: Funep; p. 75-96, 2002.

BROWN, K.M. Sucrose activity in the intestine of the chick; Normal development and influence of hydrocortisone, actinomycin D, cycloheximide and puromycin. **Journal Experimental Biology,** v.177, p. 493-506, 1971.

DAHLQUIST, A. Method for assay of intestinal disaccharidases. **Analytical Biochemistry**, v.7, p.447-454, 1964.

DUARTE, C.R.A. **Flexibilidade fenotípica do trato digestório: Efeitos da restrição alimentar e realimentação em frangos**. 2009. 104f. Tese (Doutorado) Instituto de Biociências - Pós-graduação em Ciências Biológicas. Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2009.

GALAND, G.; FORSTNER G. Membrane protein changes during induction of intestinal disaccharidases in suckling rats. **Gastroenterology,** v.66, p.693-693, 1974.

GOLDBERG, R.F.; AUSTEN Jr., W.G. ZHANG, X.; MUNENE, G. MOSTAFA, G. Intestinal alkaline phosphatase is a gut mucosal defense factor maintained by enteral nutrition. **Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America,** v.105, n.9, p.3551-3556, 2008.

IJI, P.A.; SAKI, A.; TIVEY, D.R. Body and intestinal growth of broiler chicks on a commercial starter diet. 2. Development and characteristics of intestinal enzymes. **British Poultry Science**, v.42, p. 514-522, 2001.

MAIORKA, A**. Efeitos da idade da matriz, do jejum, da energia da ração e da glutamina sobre o desenvolvimento da mucosa intestinal e atividade enzimática do pâncreas de pintos de corte.** 2002. 103f. Tese (Doutorado) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

MORAN Jr, E.T. Digestion and absorption of carbohydrates in fowl and events through prenatal development. **Journal of Nutrition**, p.115: 665, 1985.

PINHEIRO, D.F.; CRUZ, V.C.; SARTORI, J.R.; VICENTINI PAULINO, M.L. Effect of early feed restriction and enzyme supplementation on digestive enzyme activities in broilers. **Poultry Science**, v.83, p.1544-1550, 2004**.**

SAKAMOTO, M. I.; FARIA, D. E.; NAKAGI, V. S.; NEGRÃO, J. A.; ARAÚJO, R. B.; SOUZA, K. M. R.; PREVIERO, T. C. Utilização de glutamina, associada ao ácido glutâmico, sobre o desenvolvimento e a atividade enzimática em frangos de corte **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 4, p. 962-972, 2011.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS User's Guide**: Version 9.2 Review Edition. SAS Institute Inc, Cary, NC, 2009.

TORRES, K.A.A. **Avaliação do desempenho zootécnico, da função da mucosa intestinal e da microbiota ileal quando da substituição do milho pelo sorgo na ração para frangos de corte**. 2010. 90f. Tese (Doutorado) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

TRABER, M P.G.; GUMUCIO, D.L.; WANG,W. Isolation of intestinal epithelial cells for the study of differential gene expression along the crypt-villus axis. **American Journal Physiology Gastrointestinal and Liver Physiology**. V. 260, nº6, p. 895-903, 1991**.**

UNI, Z.; TAKO, E.; GAL-GARBER,O.; SKLAN, D. Morphological, molecular, and functional changes in the chicken small intestine of the late-term embryo. **Poultry Science,** v.82, P.1747–1754, 2003.

CAPÍTULO 10

ÁCAROS E INSETOS PRESENTES NA CAMA DE FRANGO ATUANDO COMO VETORES DE FUNGOS FILAMENTOSOS

Data de aceite: 01/12/2021

Carlos Eduardo da Silva Soares
Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos
Florianópolis-SC
http://lattes.cnpq.br/0450366991189874

Fabiano Dahlke
Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural
Florianópolis-SC
http://lattes.cnpq.br/4373399742588480

Alex Maiorka
Universidade Federal do Paraná - Departamento de Zootecnia
Curitiba-PR
http://lattes.cnpq.br/3896553332228722

Juliano De Dea Lindner
Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos
Florianópolis
http://lattes.cnpq.br/1882721728022473

RESUMO: Diversos organismos vivos (insetos, ácaros, fungos e bactérias) exploram os locais com fonte de alimentos e utilizam estes locais como esconderijo. Os ácaros podem ser encontrados nestes locais e rações armazenadas. Causam danos qualitativos e quantitativos em *commodities* e são considerados problemas quando há intensa infestação. O objetivo desse trabalho foi avaliar a presença de ácaros e insetos e sua conexão com fungos filamentosos que infestam a cama de frango e a ração armazenadas no interior de galpões avícolas. Após captura e isolamento foi possível através de análises por microscopia eletrônica de varredura a identificação da presença de ácaros do gênero *Trichouropoda* sp. e como vetor de fungos, principalmente quando estão já mortos (substrato para esporos). Os fungos encontram em seus sítios anatômicos locais ideais para o desenvolvimento de suas estruturas reprodutivas viabilizando seu desenvolvimento e deterioração (e toxinas) nas rações.
PALAVRAS-CHAVE: Ácaros, besouros, cama de frango, fungos filamentosos.

MITES AND INSECTS PRESENT IN THE POULTRY LITTER ACTING AS FILAMENTOUS FUNGAL VECTORS

ABSTRACT: Several living organisms (insects, mites, fungi and bacteria) to explore the sites with food sources and use them as hiding. Mites can be found in these places and stored feed. They cause qualitative and quantitative damage to commodities and are considered problems when there is intense infestation. The aim of this study was to evaluate the presence of mites and insects and their relation to filamentous fungi that infest chicken litter and feed stored inside poultry sheds. After isolation, it was possible to identify the presence of mites of the genus Trichouropoda sp by scanning electron microscopy and beetles of the species Alphitobius diaperinus as a vector of fungi, especially when they are already dead.

Fungi find in the anatomical sites of mites and beetles, ideal locations for the development of their reproductive structures, corroborating for a possible contamination of the poultry shed and consequently the birds.

KEYWORDS: Beetles, filamentous fungi, mites, poultry litter.

INTRODUÇÃO

Danos qualitativos ou quantitativos e a contaminação de *commodities* por insetos, ácaros e fungos poderiam ser evitados com práticas de manejo utilizando o mínimo de produtos químicos nocivos para evitar seus resíduos. A armazenagem de grãos destinados à alimentação tanto humana quanto animal é indispensável para garantir o fornecimento contínuo de alimentos. A infestação de pragas esse processo causa cerca de 5-20% de danos em diferentes países (KUMAR, 2017).

Os produtos de origem agrícola armazenados podem ser infestados por mais 355 espécies de ácaros (NAYAK, 2006; RAJENDRAN, 2002). Estes artrópodes de grãos armazenados preocupam as indústrias de alimentos e sementes, pois causam contaminação de grãos e sementes e alergias a consumidores. O gênero *Trichouropoda* é um ácaro de armazenagem. Está relacionado principalmente com contaminação em grãos de milho colhidos, e podem ser encontrados em ninhos de aves, contudo, sua interação com fungos é pouco conhecida (BOSZYK et al., 2005; DURMUS e MUHLIS, 2007).

No ambiente interno do aviário a cama de frango está exposta a variações controladas de temperatura (19-25^{0} C) e umidade (60-85%), ótimas para o desenvolvimento de fungos filamentosos. Insetos também encontram neste ambiente, local ideal para desenvolver-se, principalmente besouros do gênero *Alphitobius diaperinus* (SOARES et al., 2019b). Diversas espécies de besouros como *Sitophilus* sp., *Oryzaephilus* sp., *Necrobiarufipes* sp. e *Tribolium* sp. estão associadas a produtos armazenados em todo o mundo. E muitas destas espécies estão presentes na cama de frango (SOARES et al., 2019a).

Considerando os problemas de infestação de ácaros e besouros e a possível contaminação por fungos em galpões avícolas onde são armazenadas rações, o presente trabalho realizou uma investigação por microscopia eletrônica de varredura do ácaro (*Trichouropoda*) com maior incidência local, besouros do gênero (*Alphitobius diaperinus*) e a presença de estruturas reprodutivas de fungos aderidos em seu exoesqueleto.

MATERIAL E MÉTODOS

Galpão avícola (capacidade para 15.000 aves com as seguintes dimensões - área: 100 x 12m (total: 1200 m^2), altura: 3,0 m; cortinas de polietileno; piso de concreto com rede hexagonal (malha de 2,5 cm). Os ácaros e besouros foram separados (inteiros / vivos / mortos / fragmentos - incluindo larvas e pupas) por peneiramento (2-1mm), seguido de suas características identificadas por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) com

diferentes amplificações.

Nota: para análise (MEV), corte em cubos e preparado conforme relatado por Scussel et al. (2014ª) e Soares et al. (2018). Os ácaros e besouros foram coletados em galpões avícolas sem aplicação de agrotóxicos /nos locais de armazenagem de ração.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ácaros isolados, infestavam de forma relevante o ambiente em toda a extensão do galpão, inclusive superava a quantidade de besouros (*A. diaperinus*), conhecida como o principal inseto que infesta a cama de frango.

A presença de estruturas reprodutivas (hifas e conídios) dos fungos aderidos aos ácaros e insetos, demonstra que muitas vezes os artrópodes mortos servem de substrato para o desenvolvimento fúngico (NOH et al., 2016; SOARES; WEBER; SCUSSEL, 2018). Como a cutícula do exoesqueleto é formada por quitina e existe umidade retida entre os sítios anatômicos, os ácaros mortos tornam-se ideais para o crescimento de fungos (SARTOR; SANTARÉM, 2017). Além disso, besouros com presença de fungos (micélios), tanto nos sítios anatômicos quanto nas partículas de ração coletadas na cama de frango mostram a importância da remoção destes organismos mortos do ambiente de criação das aves.

Presença de fungos filamentosos em resíduos de ração presentes na cama

A Figura1, apresentada por micrografias eletrônica de varredura (MEV), mostra como um pequeno fragmento de resíduo de ração presente na cama de frango, pode servir de substrato para o desenvolvimento de fungos filamentosos. Neste pequeno fragmento, podemos observar conídios e micélio de fungos sobre sua superfície. A carga de conídios elevada, muitas vezes nos confunde com os grânulos de amidos do cereal.

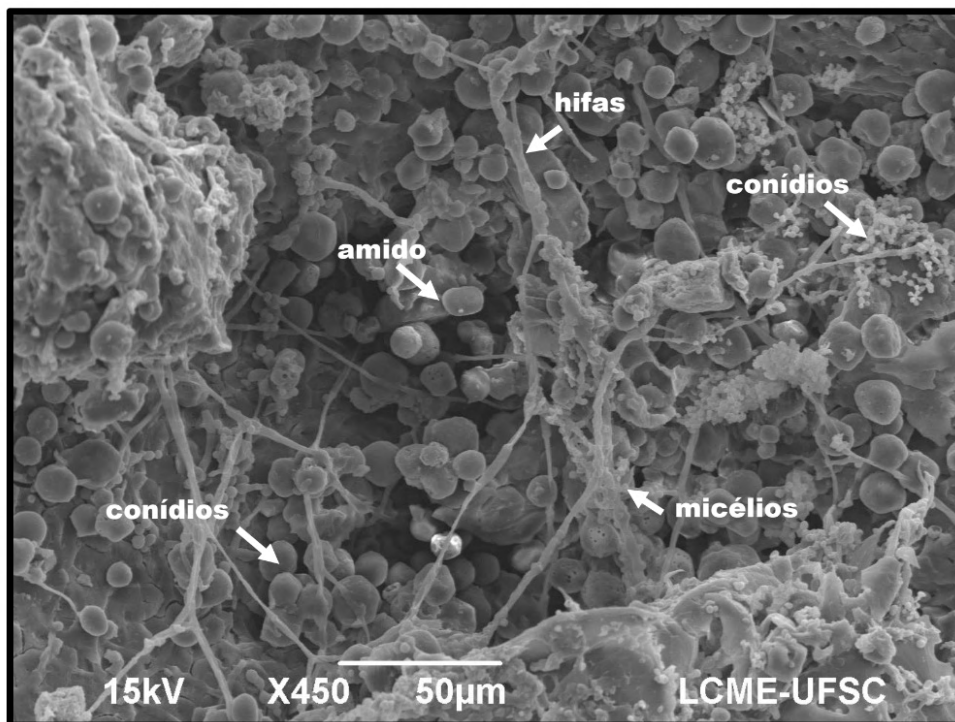



Figura 1- Micrografias por MEV, apresenta um pequeno fragmento de milho isolado da cama de aviário e a presença de fungos filamentosos com suas estruturas reprodutivas sobre a superfície do cereal.

Ácaros como vetores de fungos filamentosos

Alguns ácaros podem transferir microrganismos toxigênicos comprometendo a segurança alimentar e causar alergias (HUBERT et al., 2018). Com relação aos ácaros alergênicos, muitos deles são descritos como ácaros de armazenamento, presentes principalmente em fazendas, e são responsáveis por desencadear problemas respiratórios em trabalhadores rurais (FRANZ et al., 1997).

Estes ácaros de cor vermelha quando observados por estereoscopia se desenvolvem rapidamente em ambientes adequado para a proliferação. O *Trichouropoda* sp. são pragas que contaminam grãos de milho armazenados e frequentemente usam besouros para se dispersar no ambiente (PFAMMATTER et al., 2016). No entanto, algumas espécies estão associadas a ninhos de aves e podem ser encontradas em outros microhabitats (BLOSZYK et al.,2005; DURMUS; MUHLIS, 2007; SOARES et al., 2018).

A Figura 2 apresenta ácaros do gênero *Trichouropoda* sp. através da microscopia estereoscópica, onde podemos observar sua pigmentação e detalhes da região dorsal do artrópode. com hifas e esporos de fungos aderidos na região dorsal e ventral de sua carapaça.

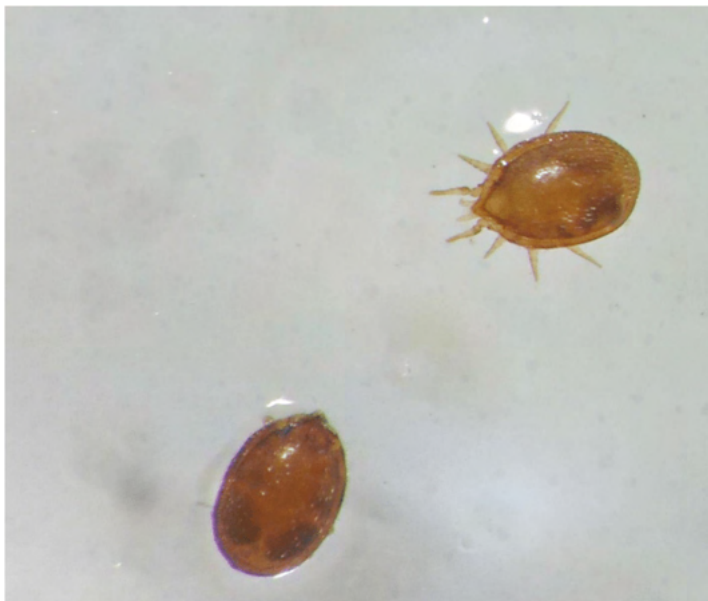



Figura 2- Micrografia estereoscópica da região dorsal do ácaro do gênero *Trichouropoda* apresentando sua pigmentação e detalhes da carapaça.

Na Figura (3a,b), ácaros do gênero *Trichouropoda* sp. com colônias e conídios de fungos filamentos aderidos na região dorsal e ventral do seu exoesqueleto. Estudo reportado por CARDOZA et al. (2008) observaram ácaros do gênero *Trichouropoda* transportando esporos de fungos e mostrou uma forte preferência alimentar por fungos deteriorantes, rejeitando o toxigênico *Aspergillus* responsável por produzir aflatoxinas em produtos armazenados.

Outros gêneros de ácaros secundários (ordem: Mesostigmata) são introduzidos nos produtos armazenados por aves, roedores e insetos. Contudo, algumas espécies predadoras atacam ovos e insetos adultos do Tribolium sp. que habitam as unidades de armazenagem de arroz, farinha de mandioca e ração para aves entre outros. Estes predadores variam sua dieta alimentando-se de fungos e até mesmo de ácaros primários (FLACHTMANN e ZEM, 2018).

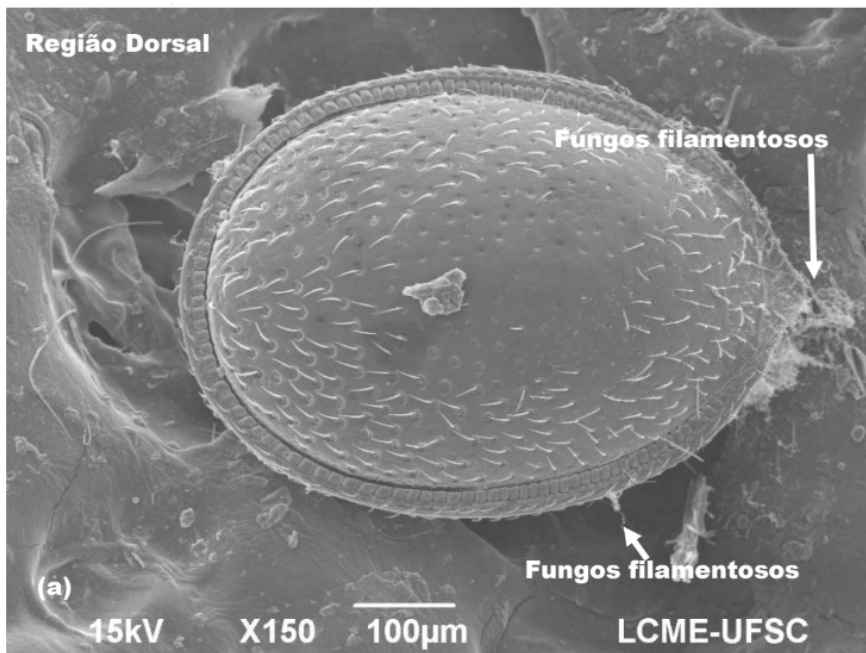



Figura 3a- Micrografia da região dorsal do ácaro Trichouropoda e a presença de colônias de fungos filamentosos na região da cabeça do artrópode.

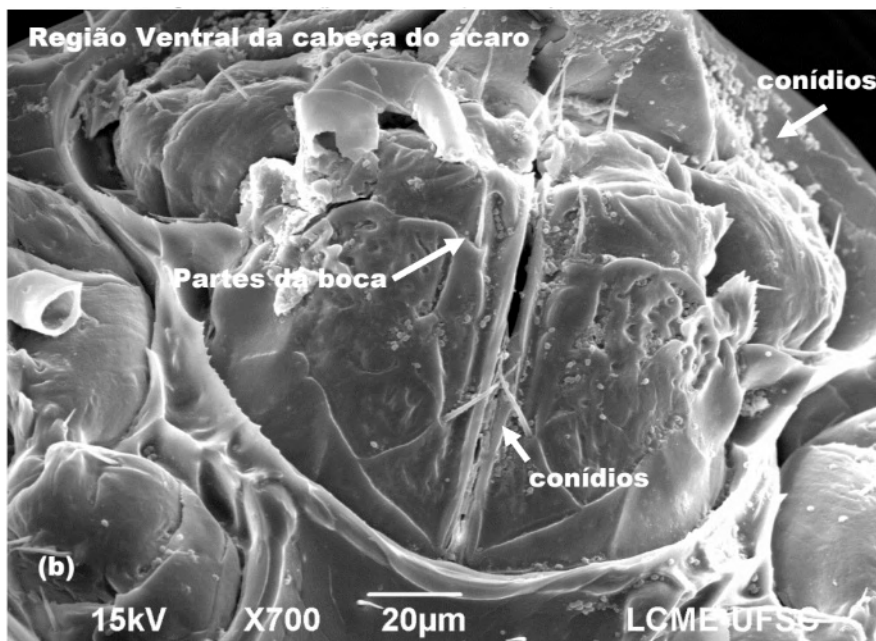



Figura 3b. Micrografia da região ventral do ácaro *Trichouropoda* e a presença conídios de fungos filamentosos na região da cabeça (partes da boca) do artrópode.

A. *diaperinus* mortos como vetor de fungos filamentosos

Os fungos toxigênicos do gênero *Penicillium* foi detectado em besouros da espécie *A. diaperinus* mortos, estes devem ser removidos do aviário para reduzir a contaminação (Figura 4). Estes insetos mortos representam substratos ricos para o desenvolvimento de fungos com possibilidade de formação de toxinas, além da exposição a doenças entre as aves, devido aos hábitos alimentares das galinhas de ingerirem insetos, principalmente quando falta ração no aviário (SOARES; WEBER; SCUSSEL, 2018a).

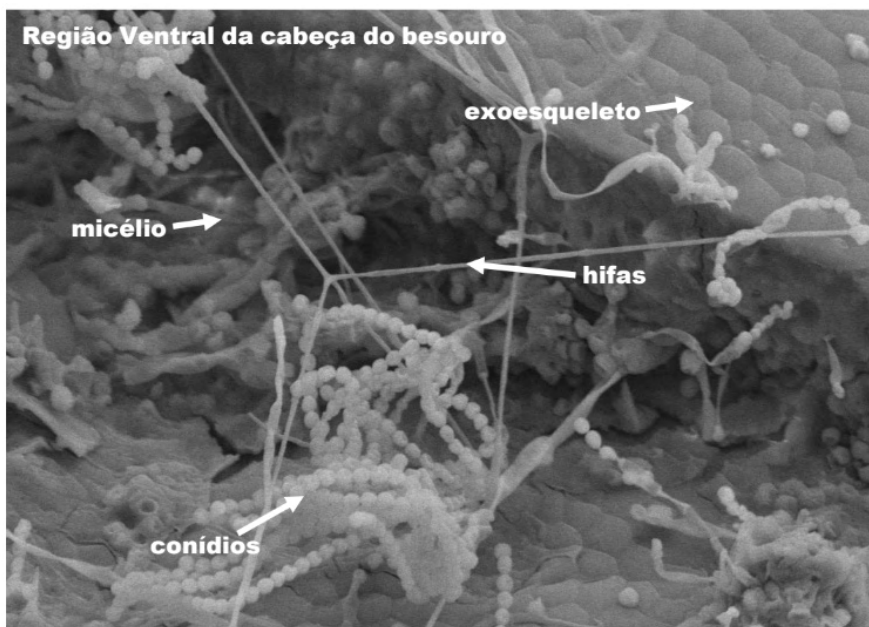



Figura 4- Presença de fungos filamentosos aderidos ao exoesqueleto do besouro A. *diaperinus* da espécie A. diaperinus, onde observamos as estruturas reprodutivas dos fungos.

Os esporos são responsáveis pela propagação dos fungos, gêneros como *Aspergillus* e *Penicillium* (armazenagem), que em condições favoráveis se desenvolvem com rapidez, durante o processo produção, colheita, transporte e armazenamento (SCUSSEL, 1998).

Oportunistas, os fungos filamentosos se alojam em sítios anatômicos da região ventral (partes da boca, prosterno e cavidades dos membros) e dorsal (sutura elitral) de besouros mortos isolados em cama de aviário, possivelmente encontraram umidade e substrato para seu desenvolvimento (SOARES; WEBER; SCUSSEL, 2018). O uso da (MEV) como ferramenta de identificação e investigação das estruturas reprodutivas de fungos filamentosos é expressiva em trabalhos de pesquisa (CHOI et al., 2010).

CONCLUSÃO

Quando não há controle eficaz de ácaros, besouros e fungos no ambiente de criação de frangos de corte, os problemas se intensificam quando os ácaros e insetos não são removidos do aviário. Os locais de criação de aves, possuem condições ideais tanto para a proliferação de ácaros e insetos, quanto ao desenvolvimento de fungos filamentosos.

Os ácaros e besouros vivos, não apresentaram fungos aderidos ao seu corpo. Já os mortos tornam-se vetores de fungos, que encontraram em alguns sítios anatômicos, locais propícios para adesão de esporos e crescimento de suas estruturas fúngicas reprodutivas.

Com a ajuda da (MEV) como ferramenta de identificação e investigação das estruturas reprodutivas de fungos filamentosos foi possível observar com detalhes o comportamento dos fungos sobre a superfície corporal dos ácaros e insetos.

REFERÊNCIAS

BOSZYK, J.; GWIAZDOWICZ, D. J.; BAJERLEIN, D.; E HALLIDAY, R. B. Nests of the white stork Ciconia ciconia (L.) as a habitat for mesostigmatic mites (Acari, Mesostigmata). **Acta Parasitologica**, v. 50, n. 2, p. 171–175, 2005.

CARDOZA, Y.J et al. Multipartite symbioses among fungi, mites, nematodes, and the spruce beetle, *Dendroctonus rufipennis*. **Environmental Entomology**, v.37n.4, p. 956-963, 2008.

CHOI, I.Y. et al. Isolation and Identification of Mushroom Pathogens from Agrocybe aegerita . **Mycobiology**, [s. l.], v. 38, n. 4, p. 310, 2010.

DURMUS, A. B.; MUHLIS, Ö. Some biological and ecological remarks on. **Systematics**, v. 2, n. 1, p. 119–128, 2007.

FRANZ, J et al. Mite fauna of German farms. **Allergy,** v. 52, n. 12, p. 1233–1238, 1997.

KUMAR, R. **Insect pests of stored grain: biology, behavior, and management strategies.** 1. ed. Waretown, USA: Apple Academic Press, 2017.

HUBERT, J. et al. Annual Review of Entomology Health Hazards Associated with Arthropod Infestation of Stored Products. **Annu. Rev. Entomol**, [s. l.], v. 63, p. 553–73, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-020117->

NAYAK, M. K. Psocids, Mites, and Other Contaminants Psocid and mite pests of stored commodities: small but formidable enemies. In: (L. et Al., Ed.)PROCEEDINGS OF THE 9TH INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED-PRODUCT PROTECTION 2006, Passo fundo. **Anais**... Passo fundo: Abrapós, 2006.

NOH, M. Y. et al. Cuticle formation and pigmentation in beetles. **Current Opinion in Insect Science**, [s. l.], v. 17, p. 1–9, 2016.

PFAMMATTER, J.A et al. Structure of phoretic mite assemblages across subcortical beetle species at a regional scale. Environmental Entomology, v. 45, n. 1, p. 53–65, 2016.

SARTOR, I. F.; SANTARÉM, V. Á. Agentes Empregados no Controle de Ectoparasitos. In: BERNARDI, H. de S. S. S. L. G. M. M. (Ed.). **Farmacologia aplicada en medicina veterinaria**. 6. ed. São Paulo: Guanabara, 2017. v. 6 edicionp. 1420.

SCUSSEL, V. M.; SAVI, G. D.; KLUCZKOVSKI, A. M. **Fungos e micotoxinas associados a grãos armazenados**. In: LORINI, I., et al. Armazenagem de Grãos. Jundiaí: Instituto Bio Geneziz, 2018. p. 735-758.

SOARES, C. . et al. Scanning Electron Microscopy of Macrofauna Isolated From Poultry Litter : No Pesticide Treated. **Journal of Engineering (IOSRJEN)**, [s. l.], v. 09, n. 9, p. 82–91, 2019. a.

SOARES, C. E. et al. Living Organisms And Biodegration Changes Of Poultry Litter During Breeding And Their Relation To Chicken Health And Poultry Products Safety. **International Journal of Engineering and Technical Research**, [s. l.], v. 0869, n. 11, p. 4–11, 2019. b.

SOARES, C. E. da S.; WEBER, A.; SCUSSEL, V. M. Stereo and scanning electron microscopy characteristics of poultry breeding beetle (Alphitobius diaperinus) - a filamentous toxigenic fungi carrier. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, [s. l.], v. 30, n. 2, p. 150–156, 2018. a.

SOARES, C. E.; WEBER, A.; SCUSSEL, V. M. Stereo and scanning electron microscopy characteristics of poultry breeding beetle (Alphitobius diaperinus) - a filamentous toxigenic fungi carrier. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, [s. l.], v. 30, n. 2, p. 150–156, 2018. b.

CAPÍTULO 11

ANÁLISE DA CONTAMINAÇÃO DE MERCÚRIO EM PEIXES CULTIVADOS EM ANTIGAS CAVAS DE GARIMPO NO MUNICÍPIO DE PEIXOTO DE AZEVEDO

Data de aceite: 01/12/2021
Data de submissão: 28/09/2021

Érica dos Santos Antunes
Universidade Federal de Mato Grosso
Sinop – Mato Grosso
http://lattes.cnpq.br/1355192429178560

Joseane Pereira de Almeida
Universidade Federal de Mato Grosso
Sinop – Mato Grosso
http://lattes.cnpq.br/9040128033443265

Angelo Augusto Bonifácio Pereira
Universidade Federal de Mato Grosso
Sinop – Mato Grosso
http://lattes.cnpq.br/9055454859034922

Stephane Vasconcelos Leandro
Universidade Federal de Mato Grosso
Sinop – Mato Grosso
http://lattes.cnpq.br/6605401945929271

Ricardo Lopes Tortorela de Andrade
Universidade Federal de Mato Grosso
Sinop – Mato Grosso
http://lattes.cnpq.br/0956230009626813

Paula Sueli Andrade Moreira
Universidade Federal de Mato Grosso
Sinop – Mato Grosso
http://lattes.cnpq.br/2324244441602794

RESUMO: A região garimpeira do município de Peixoto de Azevedo provoca a mais de quatro décadas impactos ambientais as margens do Rio Peixoto de Azevedo no perímetro urbano, principalmente pela utilização de mercúrio nos processos de amalgamação do ouro e sua liberação nos rejeitos de mineração, contaminando os seus ecossistemas aquáticos. Buscando investigar a contaminação pelo poluente mercúrio em peixes de água doce cultivados em pisciculturas de Peixoto de Azevedo que receberam influência da atividade garimpeira, este trabalho teve como objetivo avaliar os níveis de concentração de mercúrio total em amostras de tecidos (brânquia, fígado e músculo) de três espécies de peixes: tambatinga (*Colossoma macropomum*, Fêmea x *Piaractus brachypomum*, Macho), piauçu (*Leporinus macrocephalus*) e voador (*Hemiodus* sp) pertencentes respectivamente aos níveis tróficos: Onívoros e herbívoros. Foram realizadas as determinações de teor de mercúrio total em 60 amostras de pescado por meio da técnica de espectrofotometria de absorção atômica com geração de vapor frio (CVAAS). Dentre as espécies as maiores concentrações de mercúrio total foram encontradas nos espécimes do voador, no fígado (0,422 µg.g-1) apresentando diferença significativa, já as brânquias (0,033 µg.g-1) e os músculos (0,088 µg.g-1) não apresentaram diferença significativa para o peixe voador. Para as outras espécies não teve diferença significativa entre tecidos. Embora o fígado do tambatinga e do piauçu apresentaram diferença porém não foi significativa, (0,015 µg.g-1; 0,050 µg.g-1) respectivamente. Com relação ao hábito alimentar as maiores concentrações de mercúrio foram observadas na espécie em que não há registro de quanto tempo estariam nos

tanques, como é o caso do peixe voador. As espécies onívoras apresentaram os menores teores do metal. Os resultados mostraram que nenhuma das amostras procedentes das diferentes pisciculturas, apresentaram níveis de mercúrio total acima do permitido pela legislação brasileira para consumo, que é de 0,5 µg.g-1 para pescado não-predador.
PALAVRAS-CHAVE: Mercúrio; cavas de garimpo; pisciculturas; consumo.

ANALYSIS OF MERCURY CONTAMINATION IN WATER OF OLD MINE CAVES IN PEIXOTO DE AZEVEDO CITY

ABSTRACT: The mining region of the municipality of Peixoto de Azevedo has been causing environmental impacts for more than four decades on the banks of the Peixoto de Azevedo River in the urban perimeter, mainly due to the use of mercury in the gold amalgamation processes and its release in mining tailings, contaminating its aquatic ecosystems. Seeking to investigate the contamination by the mercury pollutant in freshwater fish cultivated in fish farms in Peixoto de Azevedo that were influenced by the mining activity, this study aimed to evaluate the levels of total mercury concentration in tissue samples (gill, liver and muscle) of three fish species: tambatinga (Colossoma macropomum, Female x Piaractus brachypomum, Male), piauçu (Leporinus macrocephalus) and fly (Hemiodus sp) belonging respectively to the trophic levels: omnivores and herbivores. Determinations of total mercury content were carried out in 60 fish samples using the technique of atomic absorption spectrophotometry with cold vapor generation (CVAAS). Among the species, the highest concentrations of total mercury were found in specimens from the flyer, in the liver (0.422 µg.g-1) with a significant difference, whereas the gills (0.033 µg.g-1) and muscles (0.088 µg.g- 1) showed no significant difference for flying fish. For the other species there was no significant difference between tissues. Although the liver of tambatinga and piauçu showed a difference, but it was not significant (0.015 µg.g-1; 0.050 µg.g-1) respectively. Regarding feeding habits, the highest concentrations of mercury were observed in the species in which there is no record of how long they would be in the tanks, as in the case of flying fish. Omnivorous species had the lowest metal contents. The results showed that none of the samples from the different fish farms presented total mercury levels above that allowed by the Brazilian legislation for consumption, which is 0.5 µg.g-1 for non-predatory fish.
KEYWORDS: Mercury; gold mines; fish farms; consumption.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, estamos vivenciando o maior cenário de tragédia ambiental no Brasil, causado pela mineradora Samarco e Vale que são apontadas como as principais responsáveis pelo desastre socioambiental na cidade de Mariana-MG, que provocou a liberação de rejeitos de mineração no meio ambiente poluindo rios e matando a fauna e flora (SILVA et al., 2015).

Este fato demonstra claramente que as atividades voltadas a mineração e garimpagem devem ser vistoriadas antes de serem inseridas em uma determinada área, para que possam funcionar regularmente e diminuir os danos causados ao meio ambiente.

Assim como a mineração, o garimpo, também prejudica o meio ambiente.

Apesar da vasta degradação ambiental, a atividade garimpeira contribui como fonte de renda, para uma fração significativa da polução brasileira na região centro oeste do país. Ela é particularmente importante no município de Peixoto de Azevedo localizado no extremo norte Mato-Grossense, onde é praticada há mais de 40 anos, constituindo-se na única fonte de renda de uma parcela substancial da população do município e entorno. Na década de 80 e início de 90 com a corrida do ouro, apenas Peixoto de Azevedo foi responsável por cerca de 10% de toda produção nacional de ouro, chegando a extrair 1.000kg de ouro por mês (PONTES, 2009).

Assim como em outros garimpos do estado, a atividade minerária em Peixoto de Azevedo e ao redor vem gerando vários impactos negativos ao meio ambiente, com reflexos na vida da população (CETEM, 2013; BARRETO, 2001; SOUZA et al., 2008). O rio Peixoto de Azevedo que cruza o município não permanece mais em seu leito natural, e suas margens se tornaram áreas exploradas pelo garimpo, e com a retirada da mata ciliar, para extração do ouro, tornou-se um solo sujeito à erosão, favorecendo o aparecimento de voçorocas (SOUZA et al., 2008).

Este processo erosivo prejudica o ecossistema, provocando sedimentação dos cursos d'água, poluição e degradação da qualidade da água da microbacia (devido ao assoreamento de rios, aumento das temperaturas e diminuição dos níveis de oxigênio), e mudanças no ecossistema aquático, perda de nutrientes, degradação visual, diminuição da vida útil de reservatórios e perda da capacidade de produção dos recursos hídricos (GRACE III et al., 1996; SOUZA et al., 2008).

No ano de 1994, Peixoto de Azevedo começou a progredir através das atividades agrícolas e pecuárias e também o extrativismo vegetal. A cada ano aumenta as áreas cultivadas e o número de pessoas que passam a investir no campo (PONTES, 2009). O ouro, longe do que era no início da década de 80 ainda corresponde a uma parcela significativa da economia da cidade, porém outras atividades alternativas surgiram para incrementar a economia. Uma boa alternativa para recuperação das áreas degradadas é a piscicultura.

Conforme salientado por Silva & Matos (2011), a piscicultura é uma importante alternativa para recuperação de áreas degradadas pela atividade garimpeira, além de ser uma fonte econômica e social, oferecendo oportunidades de emprego e renda.

Diante deste cenário, a Cooperativa dos garimpeiros do Vale do Rio Peixoto (COOGAVEPE), (METAMAT) e Prefeitura Municipal de Peixoto de Azevedo, lançaram o projeto de Incentivo à Piscicultura que abrange os municípios de Peixoto de Azevedo, Matupá, Guarantã do Norte, Novo Mundo, Terra Nova do Norte e Nova Guarita. A proposta consiste em realizar recuperação de áreas degradadas pela extração mineral do ouro por meio da criação de peixes. Os peixes são cultivados em antigas cavas de garimpo, que são reflexo do passivo ambiental provocado há décadas pela extração desordenada de ouro

nesta região (COOGAVEPE, 2014, 2015).

Os produtores que realizaram o cadastramento no projeto receberam horas máquinas disponibilizadas pela Companhia de Mineração de Mato Grosso, sendo executado o nivelamento do solo que será posteriormente reflorestado por meio de parceria Coogavepe e Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Também foram abertos tanques para alevinos, cria, recria e engorda de peixes. Receberam alevinos de espécies como tambaqui (*Colossoma macropomum*), tambatinga (*Colossoma macropomum*, Fêmea x *Piaractus brachypomum*, Macho) entre outros, assistência técnica, elaboração de tabela de arraçoamento, biometria e inserção da produção no mercado. Aos poucos as antigas cavas de garimpo deram lugar aos tanques de piscicultura que agregadas as outras cadeias produtivas da agricultura familiar servirão como uma nova alternativa de renda aos pequenos produtores que anteriormente viviam única e exclusivamente do garimpo, além de cumprir o papel exigido pela legislação ambiental, ou seja, a revitalização e a correção dos impactos ambientais adversos provocados pela atividade garimpeira (PEIXOTO ONLINE, 2014).

Os Projetos de Recuperação de áreas degradadas (PRADES) aprovados conjuntamente com os de licenciamento ambiental de atividades mineradoras poderão ser aceitos pela SEMA/MT como suficientes para dar provimento às licenças para a piscicultura, desde que contenha os elementos que facultem a migração da atividade. Esta alteração legal faculta, ao término da exploração, que as cavas geradas durante a mineração sejam adequadas a atividade de piscicultura, bem como, para que a água acumulada nessas cavas tenham padrões de qualidade e possibilitem ser reutilizada para usos múltiplos, inclusive para o humano (OLHAR CIDADE, 2015).

No entanto, conforme o levantamento de pesquisadores, nos últimos 20 anos, a região de garimpo de Peixoto de Azevedo também apresentou elevada concentração de mercúrio em rios, córregos, lagos e no solo, recebendo de 150 a 200 toneladas da substância (LACERDA et al., 1999; SOUZA et al., 2008). O mercúrio é usado na amalgamação de partículas de ouro, etapa final do processo de beneficiamento do minério (FARID, 1992; SOUZA et al., 2008), e, como é volátil, com sua queima, contamina a atmosfera, causando danos à saúde humana, dentre outros problemas (SOUZA et al., 2008; VEIGA & FERNANDES, 1991). Diante desta problemática, o presente estudo teve como objetivo, avaliar as concentrações de Hg total no tecido muscular, brânquias e fígados de três espécies de peixes de diferentes hábitos alimentares, cultivados nas antigas cavas de garimpos, procedentes de pisciculturas do município de Peixoto de Azevedo. Especificamente, buscou-se estabelecer se as médias dos resultados obtidos, estavam no limite determinado pela ANVISA.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em três pisciculturas situadas no município de Peixoto de

Azevedo localizado no extremo norte do estado de Mato Grosso e encontra-se entre as coordenadas geográficas 10°14’51”S, 54°50’10”W, com extensão de 14.383,74 km². Peixoto de Azevedo sub-afluente do Rio Teles Pires é pertencente a Bacia do Rio Amazonas (SOUZA et al., 2008; FERREIRA, 2001).

O cultivo dos peixes está sendo realizado nas antigas cavas de garimpo, que foram adequadas em tanques e açudes. Foram coletadas três espécies de peixes sendo o híbrido tambatinga (*Colossoma macropomum*, fêmea x *Piaractus brachypomum*, Macho), o piauçu (*Leporinus macrocephalus*) e voador (*Hemiodus* sp), como é conhecido vulgarmente pela população peixotense (Figura 1).

Figura 1. A - Exemplar do híbrido tambatinga; B - Exemplar juvenil de piauçu *Leporinus macrocephalus*; C - *Hemiodus* sp. Nome vulgar: voador (arquivo pessoal).

Para as análises das amostras dos tecidos, foram selecionados 20 espécimes juvenis de peixes de três espécies oriundas de três pisciculturas de Peixoto de Azevedo, gerando um total (n=60) amostras distribuídas entre (músculos, fígados e brânquias) para avaliação de mercúrio total.

Os peixes foram coletados em maio de 2015. Para as capturas utilizou-se uma rede de arrasto, foram anestesiados com Eugenol® (AVMA, 2001; VIDAL et al., 2008), depois abatidos e em seguida, depositados em sacos plásticos e acondicionadas em caixa térmica com gelo durante o período amostral ao longo das três propriedades, ao término foram levados até Sinop-MT para a realização do tratamento das mesmas.

Após o descongelamento em temperatura ambiente, os peixes foram pesados em balança semi-analítica de precisão para obtenção da massa corporal (kg), para o tambatinga (279,11 ± 79,14), piauçu (56,50 ± 13), voador (43,86 ± 10,95) medição do comprimento total (cm) com fita métrica respectivamente: (19,00 ± 1,87); (13 ± 0,81); (11,57 ± 0,98).

Amostras de fígado, brânquias e porções do músculo (sem pele) da região situada abaixo da nadadeira dorsal e acima da linha lateral de cada espécime, foram processadas e analisadas no (LIPEQ) da UFMT- Campus Sinop/MT. As amostras foram pesadas em uma balança analítica Shimadzu AY220 (Max 220g d=0,1mg) com precisão de 0,1 mg, para obtenção do peso úmido, coletando aproximadamente 3,0 gramas por amostra.

Conforme Matos et al. (2014) o método utilizado foi uma modificação do descrito por (AOAC, 1990), em que a determinação dos teores de Hg total foi realizada por meio de digestão com ácido nítrico, ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio por via úmida.

Para o experimento foi adotado o delineamento inteiramente casualisado em

estrutura fatorial 3x3, conforme o modelo:

$Y_{IJK} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$

Y_{ijk} = valor para a variável em estudo referente a k-ésima repetição da combinação do i-ésimo nível do fator A com o j-ésimo nível do fator B;

μ = é o efeito da média geral;

α_i = efeito do nível do fator A referente às espécies;

β_j = efeito do nível do fator B referente ao órgão ;

$(\alpha\beta)_{ij}$ = efeito da interação do i-ésimo nível do fator A com o j-ésimo nível do fator B;

eijk = erro associado a cada observação.

Em todas as situações foi considerado o nível de significância de 0,05 e as comparações entre tratamentos foi realizada por meio do teste de Tukey. Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do software Statistical Analysis System (SAS, 2012).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram analisados um total de 20 exemplares de peixes, distribuídos em 3 espécies (Tabela 1). Os peixes foram agrupados de acordo com seus hábitos alimentares.

Nome científico	Nome comum	N	Hábito alimentar
(*C. macropomum* x *P. brachypomum*)	Tambatinga	9	Onívoro
Leporinus macrocephalus (Garavello & Britisk , 1988)	Piauçu	4	Onívoro
Hemiodus sp	Voador	7	Herbívoro
Total		20	

Tabela 1. Número por espécie coletadas em pisciculturas de Peixoto de Azevedo/MT e seus respectivos hábitos alimentares.

Foi relacionado o hábito alimentar das espécies com as concentrações de mercúrio (µg.g-1) nos tecidos. Dentre as espécies estudadas as maiores concentrações de mercúrio total foram encontradas nos espécimes do voador, especificamente no fígado (0,422 µg.g-1) apresentando diferença significativa, já as brânquias (0,033 µg.g-1) e os músculos (0,088 µg.g1) não apresentaram diferença significativa para o peixe voador. As outras espécies não exibiram diferença significativa.

Entre os tecidos analisados das três espécies as maiores concentrações foram encontradas no fígado do voador (0,422 µg.g-1). Embora o fígado do tambatinga e do piauçu apresentaram diferença entre tecidos não foi significativa, (0,015 µg.g-1; 0,050 µg.g-1) respectivamente. Na (Tabela 2) encontram-se as médias das concentrações, desvios padrão para cada espécie.

Tecidos		Tambatinga		Piauçu		Voador	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP
B	Hg	0,005	0,003	0,014	0,002	0,033	0,021
	log(Hg+10)	2,303	0,000	2,304	0,000	2,306 A	0,002
F	Hg	0,015	0,004	0,050	0,012	0,422	0,280
	log(Hg+10)	2,304 a	0,000	2,308 a	0,001	2,344 B b	0,027
M	Hg	0,012	0,008	0,041	0,010	0,088	0,064
	log(Hg+10)	2,304	0,001	2,307	0,001	2,311 A	0,006

Nota: B= Brânquias; F= Fígados; M= Músculos

*Médias com mesmas letras Maíusculas na coluna não diferem entre sí pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

*Médias com mesmas letras Mínusculas na linha não diferem entre sí pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Tabela 2. Concentração média (µg.g-1) de mercúrio total em amostras de músculos, fígados e brânquias do C. macropomum, Fêmea x P. brachypomum, Macho; Leporinus macrocephalus e Hemiodus sp coletados em pisciculturas de Peixoto de Azevedo.

Os dados indicam que a concentrações de mercurio total (HgT), em todas as espécies estudadas, não ultrapassaram o limite estabelecido pela legislação para os tecidos das espécies analisadas. Como citado anteriormente a Portaria N° 685/1998 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (BRASIL, 1998) estabelece 0,5 mg/kg (ou 0,5µg/g) como o limite máximo de tolerância de Hg permitido em peixes não predadores e 1,0 mg/kg (ou 1,0µg/g) em peixes predadores para consumo humano. Embora o valor encontrado no fígado de todas as espécies tenha sido mais elevado do que em relação as brânquias e músculos, vale ressaltar que o consumo do pescado é somente do músculo (filé), com valores aceitos para consumo.

As três espécies foram escolhidas para representarem a contaminação ambiental por mercúrio nas pisciculturas, mas em se tratando de objetivo comercial apenas o tambatinga e o piauçu serão comercializados. Apesar dos espécimes do voador não serem utilizados comercialmente e ainda serem considerados como espécie invasora, a escolha dos mesmos teve o intuito de fomentar a idéia de que poderiam servir como espécie bioindicadora que melhor representassem a saúde ambiental das áreas de estudo, uma vez que são altamente difundidos na região e adaptados, além de não possuir registros de quanto tempo essa espécie estaria presente nos tanques (Tabela 3).

PC Anos Mês/Ano	Espécies	TM	IP	EFP	PA	CP	TP
P1	Tambatinga*	1992	2014	22	dez/14	mai/15	5 meses
	Piauçu*				dez/14	mai/15	5 meses
	Voador**				-	mai/15	-
P2	Tambatinga*	1992	2014	22	dez/14	-	-
	Voador**				-	mai/15	-
P3	Tambatinga*	2012	2015	3	jan/15	mai/15	5 meses

Nota: PC= Ponto Coleta, TM= Término Mineração, IP= Início Piscicultura, EFP= Eliminação Fonte Poluidora, PA= Povoamento Alevinos, CP= Coleta Peixes, TP= Tempo Permanência. *Espécies povoadas. **Espécie invasora.

Tabela 3. Distribuição das espécies capturadas quanto as características dos locais de estudo e período de coleta.

Um bioindicador para ser considerado ideal deve sobreviver em ambientes saudáveis, mas também apresentar resistência relativa ao contaminante que está exposto (PEREZ, 2008; AKAISHI, 2003).

O fato de o voador possuir o hábito alimentar herbívoro, e ter apresentado maiores concentrações de mercúrio quando comparado com o tambatinga e piauçu, ambos de hábito alimentar onívoro, pode estar relacionado com a diversidade de alimentos vegetais ingeridos pela espécie.

Godoi (2004), estudando o hábito alimentar da espécie Hemiodus semitaeniatus de um córrego afluente do Rio Teles Pires, Carlinda- MT, encontrou grande quantidade de algas ocupando 83,75% do volume estomacal, seguido de restos de folhas e sedimentos.

Num outro estudo realizado por Braga (1990), em um trecho do rio Tocantins, relata que a dieta de *Hemiodus unimaculatus* variou de iliófaga para herbívora ao longo do ano. Em outubro, com o rio baixo, essa espécie se alimentou-se somente de detritos e perifíton; em junho, estando já no fim de período cheio, a alimentação constituiu-se somente de frutos. Em agosto, já com o rio bem baixo, alimentou-se de vegetais e detritos. Menezes & Oliveira (1949) descreveram o hábito alimentar como iliófago para Hemiodus parnaguae.

O consumo em especial de sedimentos pode estar relacionado com as maiores concentrações de mercúrio total encontradas no *Hemiodus* sp, esta hipótese foi relatada por Farias (2007) em que considera os sedimentos nos corpos aquáticos como um depósito e consequentemente uma fonte potencial de Hg, mesmo quando se elimina a fonte poluidora.

As concentrações dos teores médios de Hg-Total encontradas para as espécies analisadas não seguiram o efeito de biomagnificação ao longo da cadeia trófica, pois as maiores concentrações foram encontradas no herbívoro voador, e as menores nos onívoros

tambatinga e piauçu. Para o tambatinga e o piauçu esperava-se que apresentassem maiores concentrações de mercúrio do que o voador, uma vez que apresentam o hábito alimentar onívoro alimentando-se tanto de organismos vegetais como de animais, indo ao contrário do estudo demonstrado por Kasper (2008), segundo o autor, a concentração de Hg no tecido muscular aumenta conforme aumenta o nível trófico começando pelas menores concentrações pelos herbívoros, seguido pelos onívoros e os carnívoros apresentando as mais altas concentrações.

Em um estudo realizado por Farias (2007) que avaliou a contribuição da atividade de criação de peixes na região da amazônia norte matogrossense, nos municípios de Alta Floresta (sem garimpo) e/ou Paranaíta (com garimpo), como possíveis fontes mitigadoras de concentrações de mercúrio nas populações expostas a peixes de piscicultura, observou que a biomagnificação presente em ambientes de piscicultura é praticamente inexistente, ou no mínimo bem inferior aos processos do ambiente natural. O autor aponta a alimentação externa com ração e as espécies de peixes de hábito não carnívoros de pisciculturas, como sendo os principais fatores que minimizaram os riscos das concentrações de Hg nos peixes em seu estudo. Esses fatores também são semelhantes aos apresentados no presente estudo.

Morgano et al. (2005) realizaram um estudo com diversas espécies de peixes de água doce, procedentes de pesqueiros e pisciculturas do Estado de São Paulo e encontraram para Piauçu (*Leporinus* sp) valores de mercúrio total variando de (0,0003 - 0,183mg/kg). Os autores não encontraram nenhuma relação para a concentração de mercúrio total entre o local de coleta e a espécie analisada.

Já Oliveira (2006) avaliou as concentrações de mercúrio total em peixes do lago Puruzinho-AM na área de garimpo do Rio Madeira, e dentre as os peixes mais consumidos pela população ribeirinha, os detritívos (hemiodus sp; maculatus; imaculatus; unimaculatus) que apresentaram valores médios de 0,167 ± 0,150 µg.g-1, valores muito próximos dos escontrados no presente estudo.

Conforme os dados exibidos no presente estudo, entre os tecidos (brânquia; fígado; músculo), o fígado, das três espécies, foi o órgão mais afetado pelo poluente mercúrio. Silva (2004), explica que o fígado é um órgão chave quando se considera a ação dos poluentes químicos sobre o peixe. É o primeiro órgão na biotransformação dos xenobióticos e provavelmente também para excreção de metais. Assim, muitos metais e outros xenobióticos se acumulam no fígado, de modo que suas células ficam expostas a um nível elevado de agentes químicos que podem estar presentes no meio ambiente ou em outros órgãos do peixe (HEATH, 1987).

As células hepáticas têm várias funções vitais além da secreção da bile e metabolismo de xenobióticos. Elas apresentam um importante papel no metabolismo das proteínas, lipídios e carboidratos e, além disso, estão envolvidas na hematopoiese e na produção de anticorpos durante o período larval dos peixes. Sobretudo, elas também

servem como local de estocagem para alguns nutrientes (PARIS-PALACIOS et al., 2000; TAKASHIMA & HIBIYA, 1995). Devido a sua função no metabolismo de xenobióticos e sua sensibilidade a poluentes do ambiente, o fígado tem recebido atenção especial em estudos toxicológicos relacionados à contaminação de diferentes espécies de peixes por agentes químicos orgânicos e inorgânicos (HINTON et al., 1992). Além do fígado, os peixes estão em contato permanente com o ambiente aquático, por meio das brânquias (WENDELAAR BONGA, 1997).

As brânquias atuam como órgão alvo dos peixes para os poluentes e apresentam uma área superficial muito grande, representada pelas lamelas, e exercem funções vitais nos teleósteos, tais como respiração, osmorregulação e excreção. Constituem ainda como sítio de tomada e depuração de contaminantes e o local onde a detoxificação e o metabolismo destes agentes tóxicos podem ocorrer (POLEKSIC & MITROVIC-TUTUNDŽIC, 1994). Neste caso, nem o fígado nem as brânquias são utilizadas para o consumo humano no que tange a comercialização do pescado, porém para o músculo (filé) isso já não acontece.

Segundo Teodoro (2007) a avaliação dos níveis de mercúrio em peixes é geralmente realizada no tecido muscular, pois, esse tecido destaca-se por sua importância na alimentação humana, representando uma valiosa fonte de proteínas. A maior parte do mercúrio em peixes reside no músculo na forma neurotóxica de mertilmercúrio (CIZIDZIEL et al., 2002).

4 I CONCLUSÃO

No período estudado, as concentrações de mercúrio total encontradas nos peixes procedentes de pisciculturas do município de Peixoto de Azevedo, variaram de 0,005 - 0,422µg/g-1. Os resultados encontrados estavam em condições adequadas para o consumo humano, pois todas as amostras analisadas apresentaram níveis de mercúrio total inferiores ao estabelecido pela legislação brasileira.

De um modo geral, a concentração de mercúrio aumenta em função do hábito alimentar da espécie (biomagnificação) e da idade do animal (bioacumulação), porém, essa relação vai depender também do tipo de tecido a ser analisado.

REFERÊNCIAS

AKAISHI, F.M. Avaliação do potencial tóxico da fração solúvel de petróleo em água (FSA) em Astyanax sp. utilizando biomarcadores de contaminação. (Dissertação de Mestrado) – UFPR, 141p. 2003.

AOAC. (Association of Official Analytical Chemists).1990.Official methods of analysis. 15.ed. Washington: AOAC.

AVMA. (AMERICAM VETERINARY MEDICAL ASSOCIATION). 2001. Report of the avma Panel on Euthanasia. JAVMA v. 218, n. 5. p. 669-696.

BARRETO, M.L (Coord.) *Projeto MMSD (Projeto Mineração, Minerais e Desenvolvimento Sustentável)* - Relatório do Brasil. CETEM, Dezembro de 2001.

BRAGA, F.M.S. Aspectos da reprodução e alimentação de peixes comuns em um trecho do rio Tocantins entre Imperatriz e Estreito, estados do Maranhão e Tocantins, Brasil. Rio de Janeiro. Revta. Bras. Biol., 50 (3): 547-558, 1990.

BRASIL. Portaria n° 685/98. Diário Oficial da União, Brasília. Seç. 1, pt.1, p. 1415-1437, 24 set 1998.

CETEM, Centro de Tecnologia Mineral. Parceria intersetorial visa recuperar áreas afetadas por extração de ouro em Peixoto de Azevedo (MT), 16 jan. 2013. Disponível em: <http://verbetes.cetem.gov.br/verbetes/ExibeVerbete.aspx?verid=169>. Acesso em: 22 fev. 2016.

CIZIDZIEL, J.V.; HINNERS, T.A.; HEITHMAR, E.M. et al. Water, Air, and Soil Pollution 2002, 135, 355.

COOGAVEPE. Coogavepe discute consórcio intermunicipal de piscicultura. 22 out. 2014. Disponível em <http://www.coogavepe.org/noticia/protecao-ambiental/2014/07/14/coogavepe-discute-consorcio-intermunicipal-de piscicultura/92.html> Acesso em 12 fev. 2016, 15:03:57.

COOGAVEPE IMPLANTA PROJETO DE PISCICULTURA NA GLEBA ETA. 27 fev. 2015. Disponível em <http://www.noticiavip.com.br/noticia/peixoto-de azevedo/2015/02/27/coogavepe-implanta-projeto-de-piscicultura-na-gleba eta/157.html> Acesso em 12 fev. 2016, 15:03:57.

FARIAS, R.A. A piscicultura como possível fator de mitigação aos riscos de contaminação mercurial através do consumo de peixes na região da Amazônia Norte Mato-Grossense. 2007. 67 f. Tese (Doutorado em Aqüicultura) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

FARID, L.H. *Diagnóstico preliminar dos impactos ambientais gerados por garimpos de ouro em Alta Floresta, Mato Grosso*- um estudo de caso. Série tecnologia ambiental,v.2, CETEM CNPq, 1992.

FERREIRA, J.C.V. *Mato Grosso e seus municípios*. Cuiabá: Secretaria de Estado da Educação, 2001.p.556 e 557.

GODOI, D.S. Diversidade e hábitos alimentares de peixes de um córrego afluente do rio teles pires, Carlinda, MT, drenagem do rio tapajós. 2004. 96 p. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

GRACE III, J.M. et al. Surface erosion control techniques on newly constructed forest roads. In: ASAE ANNUAL INTERNATIONAL MEETING, Phoenix, 1996. *Proceedings.* Phoenix, 1996. 14p.

HEATH, A.G. Water Pollution and Fish Physiology. C.R.C. Press, 1987.

HINTON, D.E.; BAUMANN, P.C.; GARDNER, G. R. et al. Histopathologic Biomarkers. In: HUGGETT R. J.; KIMERLI, R. A.; MEHRLE Jr, P. M.; BERGMAN, H. L. Biomarkers biochemical, physiological and histological markers of anthropogenic stress. Boca Raton: Lewis Pubishers, 1992. cap. 4, p. 155 –196.

KASPER, D. Efeito da barragem nas concentrações de mercúrio na biota aquática à jusante de um reservatório amazônico (Usina Hidrelétrica de Samuel, RO). 147 p., Rio de Janeiro 2008.

LACERDA, L.D. et al. *Distribuição de mercúrio em solos e sedimentos lacustres na região de Alta Floresta, MT-* Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 1999. 23p.- (Série Tecnologia Ambiental; 23).

MATOS, L.S. et al. 2014. Dieta, composição química, contaminação por metais pesados e análise sensorial do peixe matrinxã (*Brycon falcatus,* Müller e Troschel, 1844) em rios Amazônicos. Sinop. 122p. (Dissertação de Mestrado em Ciências Ambientais. Universidade Federal de Mato Grosso).

MENEZES, R.S. & OLIVEIRA.; SILVA, S.L. Alimentação de voador, "*Hemiodus parnaguae*" EIGENMANN & HENN, da Bacia do Rio Parnaíba, Piauí. Revta. Bras. Biol., 9(2): 241-245, 1949.

MORGANO, M.A. et al. Níveis de mercúrio total em peixes de água doce de pisciculturas paulistas. Ciência e Tecnologia de Alimento. v. 25, n.2, p. 250-253, 2005.

OLHAR CIDADE. Deputado usa exemplo de Peixoto e apresenta projeto de lei para utilização das cavas de garimpo para criação de peixes. 28 mar. 2015. Disponível em<http://olharcidade.com.br/deputado-usa-exemplo-de-peixoto-e-apresenta-projeto-delei-para-utilizacao-das-cavas-de-garimpo-para-criacao-de-peixes/> Acesso em 12 fev. 2016, 14:49:01.

OLIVEIRA, R.C. Caracterização do consumo de peixe como via de exposição ao mercúrio na população do Lago Puruzinho - Amazônia. 2006. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente)– Fundação Universidade Federal de Rondônia, Rondônia.

PARIS-PALÁCIOS, S.; BIAGIANTI-RISBOURG, S.; VERNET, G. et al. Biochemical and (ultra) structural hepatic perturbations of Brachydanio rerio (Teleostei, Cyprinidae) exposed to two sublethal concentrations of cooper sulfate. Aquatic Toxicology. v. 50, p.109-124, 2000.

PEIXOTO ONLINE. Cavas de garimpo transformadas em tanques de piscicultura. 21 out. 2014. Disponível em<http://www.peixotoonline.com.br/Noticias/Ver/9603> Acesso em 12 fev. 2016, 14:43:09.

PEREZ, T.D. Avaliação da contaminação de Hoplias malabaricus (Traíra) como bioindicadora de saúde ambiental em pisciculturas em áreas de garimpo. Estudo de caso município de Paranaíta – MT. 2008. 23 p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Saúde Pública e Meio ambiente) - Fundação Oswaldo Cruz –FIOCRUZ, Escola Nacional de Saúde Pública – ENSP, Rio de Janeiro, RJ.

POLEKSIC, V.; MITROVIC-TUTUNDŽIC, V. Fish gills as a monitor of sublethal and chronic effects of pollution. IN: MÜLLER, R.; LLOYD, R. Sublethal and chronic effects of pollutants on freshwater fish. Oxford: Fishing News Books, 1994. cap.30, p. 339-352.

PONTES, V.D. Os invasores da terra dourada. 1. ed. Peixoto de Azevedo, MT: Gráfica Matupá Ltda, 2009. P. 11-80.

SAS Institute Inc.Statistical Analysis System user's guide. Version 9.0 ed. Cary: SAS Institute, USA, 2002.

SILVA, A.G. Alterações histopatológicas de peixes como biomarcadores da contaminação aquática. 2004. 8-11 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Paraná, PR.

SILVA, A.P.D.; MATOS, V.M.D. Proposta de mitigação de impactos do garimpo de diamantes com a implantação da piscicultura: estudo de caso na fazenda são josé em Poxoréu-MT. UNICiências, v.15, n.1, 2011.

SILVA, M.R.; DICKMANN, I.; BERNARTT, M.L. et al. Educação: imagens da ética na política, migração e as imagens dos refugiados e a destruição do meio ambiente. Revista Pedagógica, Chapecó, v. 17, n. 35, p. 07-20, maio/ago. 2015.

SOUZA, L.C.D.; CARVALHO, M.A.C.; CORRÊA, B.S. et al. Conseqüências da atividade garimpeira nas margens do Rio Peixoto de Azevedo no perímetro urbano do município de Peixoto de Azevedo – MT. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v. 8, n.2 - 2º semestre 2008. Disponível em:< http://eduep.uepb.edu.br/rbct/sumarios/pdf/25peixoto.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2011.

TAKASHIMA, F.; HIBIYA, T. An atlas of fish histology normal and pathological features. 2.ed. Kodansha: Gustav Fischer Verlag, 1995.

TEODORO, E.M. Determinação de mércurio em cérebro e músculo de peixes do pantanal sul via CV-AAS. 2007. vii, 56 f. Dissertação (Mestrado em Química)Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

VEIGA, M.M.; FERNANDES, F.R.C. *Poconé:* um campo de estudos do impacto ambiental do garimpo. Série tecnologia ambiental, v. 1, CETEM/CNPq, Rio de Janeiro, 1991.

VIDAL, L.V.O.; ALBINATI, R.C.B.; ALBINATI, A.C.L. et al. 2008. Eugenol como anestésico para a tilápia do Nilo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 43 (8): 1069-1074.

WENDELAAR BONGA, S.E. The Stress Response in Fish. Phisiological Review, E.U.A. v. 77, n. 3, p. 591- 620, 1997.

CAPÍTULO 12

USO DE DISTINTAS TEMPERATURAS DE INCUBAÇÃO E INFLUÊNCIA DESTAS SOBRE A ECLOSÃO E MORTALIDADE DE OVOS DE *Odontesthes sp*.

Data de aceite: 01/12/2021
Data de submissão: 25/08/2021

Josiane Duarte de Carvalho
Universidade Federal de Pelotas,
Departamento de Zootecnia
Pelotas - Rio Grande do Sul
https://orcid.org/0000-0003-2485-4863

Suzane Fonseca Freitas
Universidade Federal de Pelotas,
Departamento de Zootecnia
Pelotas - Rio Grande do Sul
https://orcid.org/0000-0002-1652-8729

Rafael Aldrighi Tavares
Universidade Federal de Pelotas,
Departamento de Zootecnia
Pelotas - Rio Grande do Sul
https://orcid.org/0000-0003-1094-7794

Daiane Souza Machado
Universidade Federal de Pelotas,
Departamento de Zootecnia
Pelotas - Rio Grande do Sul
https://orcid.org/0000-0003-0755-456X

Fernanda Brunner Hammes
Universidade Federal de Pelotas,
Departamento de Zootecnia
Pelotas - Rio Grande do Sul
https://orcid.org/0000-0003-4819-3676

Juvêncio Luis Osório Fernandes Pouey
Universidade Federal de Pelotas,
Departamento de Zootecnia
Pelotas - Rio Grande do Sul
https://orcid.org/0000-0002-5740-4466

Paulo Leonardo Silva Oliveira
Universidade Federal de Pelotas,
Departamento de Agronomia
Pelotas - Rio Grande do Sul
https://orcid.org/0000-0002-4694-1979

Deivid Luan Roloff Retzlaff
Universidade Federal de Pelotas,
Departamento de Zootecnia
Pelotas - Rio Grande do Sul
https://orcid.org/0000-0003-2184-0984

Welinton Schröder Reinke
Universidade Federal de Pelotas,
Departamento de Zootecnia
Pelotas - Rio Grande do Sul
https://orcid.org/0000-0003-2154-7470

Carolina Viégas Pinto
Universidade Federal de Pelotas,
Departamento de Zootecnia
Pelotas - Rio Grande do Sul
https://orcid.org/0000-0003-3357-0571

RESUMO: Devido a existência de poucos trabalhos que elucidem tais métodos de criação, a pesquisa objetivou caracterizar as técnicas adequadas de criação de *Odontesthes sp*. em cativeiro. Desovas de *Odontesthes sp*. foram coletadas utilizando uma rede de emalhe de 35 mm na Lagoa Mangueira em Santa Vitória do Palmar – RS. Foram incubados 1200 ovos de *Odontesthes sp*. em distintas temperaturas, sendo elas: 17, 19, 21 e 23 ºC na qual cada tratamento era composto por três repetições. O controle das eclosões e mortalidade dos ovos foi realizado diariamente do 8º ao 13º dia de

incubação, quando os ovos embrionados atingiram sua UTA ótima, culminando na eclosão dos mesmos, neste mesmo período foram analisados o peso médio e diâmetro médio dos mesmos. A maior média de eclosão foi encontrada no tratamento que apresentava temperatura mais elevada de incubação, sendo esta 23 ºC. Não se observou significância estatística ($p<0,05$) para as variáveis mortalidade, peso e diâmetro de ovo nos diferentes tratamentos, indicando a não existência de relação entre a temperatura de incubação e os parâmetros avaliados.
PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento; peixe-rei; piscicultura.

USE OF DIFFERENT INCUBATION TEMPERATURES AND THEIR INFLUENCE ON THE EGGS AND MORTALITY OF *ODONTESTHES SP.*

ABSTRACT: Due to the existence of few works that elucidate such methods of creation, the research aimed to characterize the adequate creation techniques of *Odontesthes sp*. in captivity. Spawning of *Odontesthes sp*. were collected using a 35 mm gillnet at Lagoa Mangueira in Santa Vitória do Palmar - RS. Were incubated 1200 eggs of *Odontesthes sp*. at different temperatures, being them: 17, 19, 21 and 23 ºC in which each treatment consisted of three repetitions. The hatching and mortality control of the eggs was performed daily from the 8th to the 13th day of incubation, when the embryonated eggs reached their optimal UTA, culminating in their hatching, in the same period the mean weight and average diameter of the eggs were analyzed. The highest birth average was found in the treatment that had the highest incubation temperature, this being 23 ºC. There was no statistical significance ($p <0.05$) for the variables mortality, weight and egg diameter in the different treatments, indicating the absence of a relationship between the incubation temperature and the parameters evaluated.
KEYWORDS: Development; peixe-rei; pisciculture.

1 | INTRODUÇÃO

Pertencente à família Atherinopsidae, o peixe-rei possui como característica habitar ambientes aquáticos rasos (GONZÁLES-CASTRO et al., 2016). O peixe-rei como é conhecido popularmente, atualmente dispõe de distintas 19 espécies em sua classificação (WINGERT et al., 2017).

Odontesthes sp. é um gênero de peixes encontrados com facilidade em águas marinhas, ambientes de água doce e até mesmo estuarino, variando de acordo com a espécie (HELFMAN et al., 2009; GONZÁLES-CASTRO et al., 2016).

Devido ao peixe-rei (*Odontesthes sp.)* ser encontrado com facilidade, a espécie acaba se tornando de interesse na pesca esportiva, além de possuir importância econômica e comercial. A mesma faz parte de um gênero de peixes naturais dos ambientes aquáticos da América do Sul, sendo encontrada com maior facilidade nas águas da Argentina, Brasil e Uruguai (SILVEIRA et al., 2018).

Provenientes da ordem Atherinomorpha, o peixe-rei possui como característica a presença de no geral duas barbatanas separadas e localizadas na porção dorsal do corpo, barbatana anal, barbatana peitoral e barbatanas pélvicas abdominais (GONZÁLES-

CASTRO et al., 2016).

Estudos vem sendo realizados para que se favoreça a aquicultura de *Odontesthes sp.*, porém ainda existem limitantes relacionados a produção destes para fins comerciais (SOLIMANO et al., 2015). Devido ao fato dessa espécie ser altamente sensível a extremos de temperaturas, oxigênio, pH e até mesmo ao manejo, surge então a necessidade de maiores cuidados na criação destes animais em cativeiro.

Fatores abióticos influenciam em qualquer fase da vida dos animais, determinando o tempo e o sucesso no cultivo das espécies (KIM, 2015). Dentre os parâmetros físico-químicos existentes nos ecossistemas aquáticos, a temperatura possui uma grande parcela no funcionamento geral das comunidades aquáticas.

A temperatura é um dos fatores determinantes na incubação e eclosão de ovos de peixes (MUSLIM, 2018; KIM, 2015). No geral, estabelecer temperaturas ideais de incubação dos ovos é de extrema importância para o cultivo de qualquer espécie, levando em consideração que isso influenciará no número de eclosões e no tempo necessário para que elas ocorram (BONDARENKO, 2015).

A temperatura ideal de incubação varia de acordo com cada espécie (MUSLIM, 2018). De forma geral, a eclosão dos ovos de peixes acontece no momento em que o mesmo atinge a Unidade Térmica Acumulada (UTA) padrão da espécie, sendo esta grandeza térmica definida como a soma das temperaturas médias diárias da água em graus centígrados.

Estudos mostram que ovos de *Odontesthes sp*. quando mantidos em temperaturas mais elevadas eclodem mais precocemente que ovos mantidos em temperaturas mais baixas, sendo assim, 20 ºC uma faixa ideal de temperatura para a incubação destes ovos (DE BUEN, 1953).

Apesar de se conhecer a faixa ideal de temperatura de incubação do gênero *Odontesthes sp*., esse valor de temperatura irá se alterar sofrendo influência de acordo com a espécie que se está trabalhando.

Desta forma, o presente trabalho visa estudar a influência de temperaturas na incubação e mortalidade de ovos de peixe-rei (*Odontesthes sp.*) assim como a influência das distintas temperaturas no diâmetro médio e peso médio dos ovos.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ictiologia do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – Universidade Federal de Pelotas, na qual se iniciou no mês de agosto de 2018. A coleta dos animais reprodutores foi realizada neste mesmo período na Lagoa Mangueira, na porção localizada no município de Santa Vitória do Palmar/RS-Brasil, utilizando rede de emalhe de 35 mm.

Após realizada a captura dos machos e fêmeas, foi feita a fertilização artificial

dos animais a campo, onde manualmente foi realizada a extrusão dos ovócitos da fêmea efetuando uma leve pressão sob o abdome da mesma, fazendo com que ocorresse a liberação dos ovócitos, em seguida essa mesma técnica foi aplicada aos machos *Odontesthes sp.* para que ocorresse a liberação do sêmen.

Os gametas femininos foram depositados em uma bandeja e sobre eles foram depositados os gametas masculinos. Posteriormente realizou-se a mistura dos gametas femininos e masculinos, onde foi adicionada água proveniente da própria lagoa sobre o material a fim de que ocorresse a hidratação dos ovócitos e ativação dos gametas, e para que assim em seguida ocorresse a fertilização dos mesmos (OLIVEIRA-ARAÚJO et al., 2016; ROSA et al., 2018).

Após ocorrida a fertilização, o material da desova total foi transportado até o Laboratório de Ictiologia da UFPEL, onde foi condicionado durante cinco dias em um tanque com temperatura controlada de 15,0 ºC. Sucessivamente a isso, esse material foi transferido para incubadoras do tipo “funil” onde foi mantido a uma temperatura de 24,0 ºC, permanecendo durante o 6º e 7º dia.

Após este período, foram selecionados 1200 ovos saudáveis e embrionados, a fim de serem distribuídos 100 ovos para cada uma das três repetições existentes em cada um dos quatro tratamentos do experimento.

O experimento foi montado em quatro aquários com capacidade de 60 litros cada, na qual cada aquário compreendia um tratamento com temperaturas distintas entre eles, sendo; 17, 19, 21 e 23 ºC, e cada tratamento em si possuía três repetições. Os ovos foram limpos diariamente durante o decorrer do experimento. Estes eram colocados em bandejas e se fazia a retirada daqueles que apresentavam algum tipo de dano, como coloração diferenciada ou presença de fungo.

Foi realizado o monitoramento dos ovos do 8º ao 13º dia pós-fertilização, na qual foram averiguadas diariamente na incubadora dos ovos, a temperatura e o oxigênio dissolvido (oxímetro digital modelo 55 da ySI), o pH e a amônia foram aferidos através do método colorimétrico (pH foi através do pH Tropical e a amônia através da Amônia Tóxica), o número de eclosões dos ovos por tratamento (contagem por unidade de ovo), o diâmetro médio (paquímetro digital) e peso médio dos ovos (balança analítica), assim como a mortalidade (contagem por unidade de ovo).

O delineamento experimental utilizado neste trabalho foi inteiramente casualizado (DIC), sendo composto de quatro tratamentos com três repetições, na qual cada repetição era composta por 100 unidades amostrais. Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro Wilk, homogeneidade das variâncias Bartlett e à análise de regressão linear, utilizando o programa estatístico R, quando os dados não apresentaram distribuição normal os mesmos foram transformados em base logarítmica.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias encontradas para o pH mantiveram-se dentro dos valores esperados, sendo o valor 7,5 para todos os distintos tratamentos. Também se mantiveram dentro dos valores desejados as médias encontradas paras as variáveis amônia, temperatura e oxigênio dissolvido, como é possível visualizar na tabela 1.

Parâmetros	Tratamentos			
	17 °C	19 °C	21 °C	23 °C
pH	7,50±0,00	7,50±0,00	7,50±0,00	7,50±0,00
Amônia	0,18±0,08	0,19±0,08	0,18±0,08	0,16±0,07
Temperatura	18,09±1,38	19,89±1,21	20,86±0,62	22,79±0,23
Oxigênio	16,23±2,12	15,17±1,48	14,83±0,74	14,38±0,87

Tabela 1: Médias e desvio padrão das análises dos parâmetros de qualidade da água, eclosão e mortalidade de ovos de *Odontesthes sp*. averiguados do 8º ao 13º dia de incubação dos ovos.

Rebouças et al. (2014) em seu trabalho onde foi estudada a influência da oscilação térmica da água na piscicultura, relataram que peixes de água tropical possuem sua faixa ideal de temperatura variando entre 25 e 32 ºC, como é o caso do *Odontesthes sp.*

Sabe-se que a temperatura na qual os peixes ficam expostos influencia diretamente nas reações metabólicas do animal, comprometendo assim a sua função vital, além também de influenciar na qualidade da água na qual estes animais ficam expostos (MARCUSSO et al., 2015).

Conforme aumenta a temperatura de incubação, ocorre um aumento no número de eclosões (regressão linear positiva), sendo a 17 ºC= 5,57; 19 °C= 8,67; 21 ºC= 15,0 e 23 ºC= 32,67 eclosões (Figura 1). Essa associação entre o número de eclosões e o aumento das temperaturas em cada tratamento é evidenciado pelo coeficiente de determinação R^2.

Foi realizada a avaliação do 8º ao 13º dia de experimento, e foi constatado que nos tratamentos onde os ovos foram mantidos em temperaturas mais elevadas, os ovos eclodiram mais precocemente quando comparado aos tratamentos que apresentavam temperaturas mais baixas. Desta forma, mostrando a existência de uma alta correlação entre a temperatura da água e o número de eclosões, sendo esta correlação evidenciada pelo coeficiente de determinação R^2.

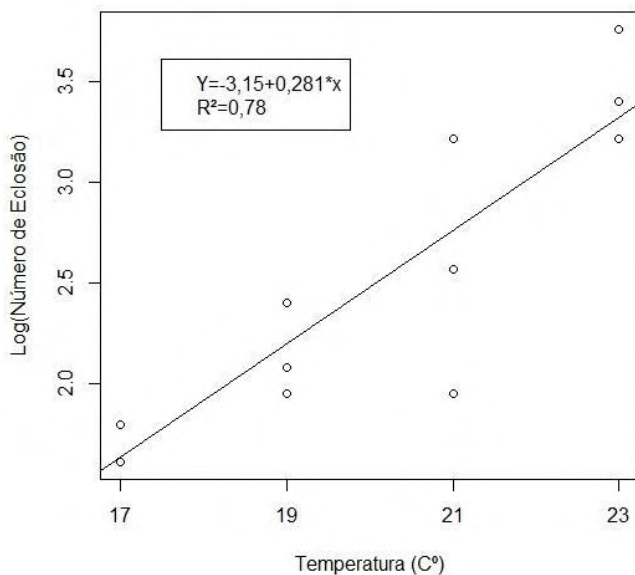



Figura 1 – Relação do número de eclosões e temperatura de incubação de *Odontesthes sp*. do 8° ao 13° dia pós fertilização.

Fonte: Programa estatístico R.

De acordo com Rossato (2015) a maior média de eclosões ocorre entre a primeira e a segunda semana pós-fertilização, coincidindo com os dados encontradas neste experimento. Ao estudar *Odontesthes argentinensis* Sampaio (2006), afirma que a maior média de eclosões dos ovos acontece em temperaturas entre 18 e 23 ºC, consolidando os valores encontrados neste trabalho.

É possível visualizar através da figura 2, que os picos de eclosões dos ovos nos diferentes tratamentos ocorreram em momentos distintos, sendo que em temperaturas mais elevadas os picos de eclosões ocorreram mais precocemente em número de dias, pois os ovos atingiram as Unidades Térmicas Acumuladas mais cedo quando comparados com os ovos que foram mantidos em temperaturas mais baixas.

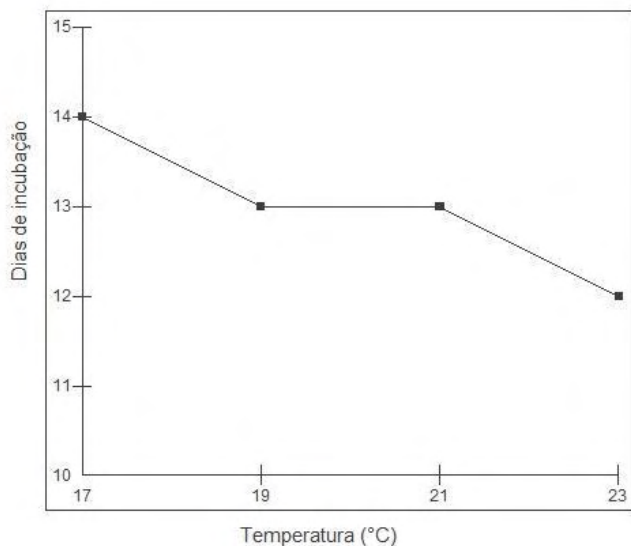



Figura 2 – Unidades Térmicas Acumuladas (UTA) em graus (°C)/ dia determinando o pico de eclosão de cada tratamento.

Fonte: Programa estatístico R.

Avaliação biométrica e mortalidade dos ovos

Os dados referentes ao crescimento médio em diâmetro e peso dos ovos medidos do 8º ao 13º dia de incubação podem ser vistos na tabela 2.

Parâmetros	Tratamentos			
	17 °C	19 °C	21 °C	23 °C
Diâmetro médio (mm)	2,28±0,09	2,24±0,19	2,17±0,12	2,24±0,19
Peso médio (mg)	10,00±2,00	10,00±1,00	9,00±1,00	10,00±3,00
Mortalidade (nº de ovos)	16,00±1,85	14,00±1,40	16,33±2,06	25,00±2,92

Tabela 2: Médias e desvio padrão das mensurações de diâmetro e peso de ovos *de Odontesthes sp.* incubados a diferentes temperaturas*.*

De Buen (1953), afirma que ovos de *Odontesthes sp.* possuem seu diâmetro variando de 1,00 a 1,10 mm, diferindo dos dados encontrados neste trabalho.

Chalde et al (2014) ao estudarem o gênero, encontraram em seu trabalho ovos com diâmetros variando de 1,599 *± 0,006 a 1,695 ± 0,008 mm, diferindo das médias encontradas neste experimento,* porém, essa discrepância pode ser justificada através da ampla gama de espécies que compõe o gênero *Odontesthes sp.,* onde a composição dos reprodutores utilizados no experimento pode ser divergente da utilizada pelos autores citados.

Hernández-Rubio e Figueroa-Lucero (2013) ao estudarem ovos de *Chirostoma humboldtianum* e *Chirostoma riojai* encontraram diâmetros médios de 1,36 ± 0,047 mm e 1,24 ± 0,05 mm respectivamente, e apesar de não ser a mesma espécie estudada, os ovos utilizados nos trabalhos são da mesma família Atherinopsidae.

Quanto à mortalidade, bem como diâmetro e peso dos ovos, não foram observadas diferenças estatísticas entre as diferentes temperaturas de incubação ($p>0,05$), não havendo correlação entre as variáveis observadas e os tratamentos.

A alta mortalidade dos ovos pode ser justificada em decorrência da temperatura na qual os ovos mantiveram-se expostos, não ser a ideal para o gênero em estudo, outra hipótese é a presença de infecção fúngica no material.

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do teste de regressão linear se estabeleceu que a temperatura de 23 ºC é mais adequada para uma eclosão precoce dos ovos, porém, se tratando de uma regressão linear torna-se necessário maiores estudos para saber se é possível antecipar em dias o pico de eclosões dos ovos através do uso de temperaturas mais elevadas.

Ovos de *Odontesthes sp*. quando incubados em temperaturas mais elevadas eclodem mais precocemente quando contrapostas com médias encontradas para temperaturas mais baixas.

Quanto as variáveis mortalidade, peso e diâmetro médio de ovo nos diferentes tratamentos, não se identificou a existência de relação entre a temperatura de incubação e os parâmetros avaliados.

Essas informações são de grande importância para a otimização do cultivo de *Odontesthes sp*. em cativeiro, porém, ainda existem poucas informações a respeito, tornando-se necessário a realização de maiores estudos sobre o assunto.

REFERÊNCIAS

BONDARENKO, V.; DROZD, B.; POLICAR, T. **Effect of water temperature on egg incubation time and quality of newly hatched larvae of northern pike (Esox lucius L., 1758)**. Journal of Applied Ichthyology, v. 31, p. 45-50, 2015.

CHALDE, T.; ELISIO, M.; MIRANDA, L. A. **Qualidade de ovos de peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*) e larvas em cativeiro durante a época de desova**. Ictiologia Neotropical, v. 12, n. 3, p. 629-634, 2014.

DE BUEN, F. **Los pejerreyes (familia Atherinidae) en la fauna Uruguaya, con descripción de nuevas especies**. Boletim do Instituto Oceanográfico, v. 4, p. 03-80, 1953.

GONZÁLEZ-CASTRO, M.; ROSSO, J. J.; MABRAGAÑA, E.; ASTARLOA, J. M. D. **Surfing among species, populations and morphotypes: Inferring boundaries between two species of new world silversides (Atherinopsidae)**. Comptes Rendus Biologies, v. 339, n. 1, p. 10-23, 2016.

HELFMAN, G.; COLLETTE, B. B.; FACEY, D. E.; BOWEN, B. W. **The diversity of fishes: biology, evolution, and ecology**. John Wiley & Sons, 2009.

HERNÁNDEZ-RUBIO, M. C.; FIGUEROA-LUCERO, G. **Efectos de temperatura y salinidad durante el período embrionario de Chirostoma humboldtianum y Chirostoma riojai (Atherinopsidae) hasta la eclosión.** Hidrobiológica, v. 23, n. 3, p. 365-373, 2013.

KIM, Y. S.; DELGADO, D. I.; CANO, A.; SAWADA, Y. **Effect of temperature and salinity on hatching and larval survival of yellowfin tuna Thunnus albacares**. Fisheries science, v. 81, n. 5, p. 891-897, 2015.

MARCUSSO, P. F.; AGUINAGA, J. Y.; CLAUDIANO, G. S.; ETO, S. F.; FERNANDES, D. C.; MELLO, H.; NETO, F. A. M.; SALVADOR, R.; MORAES, J. R. E.; MORAES, F. R. **Influence of temperature on Streptococcus agalactiae infection in Nile tilapia.** Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, v. 52, n. 1, p. 57-62, 2015.

MUSLIM, M.; FITRANI, M.; AFRIANTO, A. M. **The effect of water temperature on incubation period, hatching rate, normalities of the larvae and survival rate of snakehead fish *Channa striata***. Aquacultura Indonesiana, v. 19, n. 2, p. 90-94, 2018.

OLIVEIRA-ARAÚJO, M. S.; SALMITO-VANDERLEY, C. S. B.; ALMEIDA-MONTEIRO, P. S.; LOPES, J. T.; LEITE-CASTRO, L. V. **Dose inseminante e resfriamento de embriões de peixes de água doce.** Revista Brasileira de Reprodução Animal, p. 35-40, 2016.

REBOUÇAS, P. M.; LIMA, L. R.; DIAS, I. F.; BARBOSA FILHO, J. A. D. **Influência da oscilação térmica na água da piscicultura.** Journal of Animal Behaviour and Biometeorology, v. 2, n. 2, p. 35-42, 2014.

ROSA, D. P.; AYALA, A.; GRALHA, T. S.; PESSANO, E. F. C.; OLIVEIRA, L. F. S.; QUEROL, M. V. M. **Reprodução e larvicultura da sardinha prata, *Lycengraulis grossidens* (Spix & Agassiz, 1829), e do cascudo viola, *Loricariichthys platymetopon* (Isbrucker & Nijssen, 1979), na bacia do Rio Uruguai Médio, Uruguaiana, RS**. Rio Uruguai, p. 209, 2018.

ROSSATO, S. **Estudo do desenvolvimento muscular e enzimático inicial do jundiá (*Rhamdia quelen*) com alimentos de origem animal e vegetal.** Tese de doutorado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 182 f, 2015.

SAMPAIO, L. A.N. **Production of" pejerrey" *Odontesthes argentinensis* fingerlings: A review of current techniques**. Biocell, 4 f. 2006.

SILVEIRA, T. L. R.; DOMINGUES, W. B.; REMIÃO, M. H.; SANTOS, L.; BARRETO, B.; LESSA, I. M.; VARELA JÚNIOR, A. S.; PIRES, D. M.; CORCINI, C.; COLLARES, T.; SEIXAS, F. K.; ROBALDO, R. B.; CAMPOS, V. F. **Evaluation of reference genes to analyze gene expression in silverside *Odontesthes humensis* under different environmental conditions**. Frontiers in genetics, v. 9, p. 75, 2018.

SOLIMANO, P. J.; SOUZA, J. R. G.; MAIZTEGUI, T.; BAIGÚN, C. R. M.; COLAUTTI, D. C. **New approaches for growth improvement in pejerrey *Odontesthes bonariensis* (Valenciennes, 1835) culture (Atherinomorpha: Atherinopsidae)**. Neotropical Ichthyology, v. 13, p. 213-220, 2015.

WINGERT, J. M.; FERRER, J.; MALABARBA, L. R. **Review of the *Odontesthes perugiae* species group from Río de La Plata drainage, with the description of a new species (Atherinomorpha: Atherinopsidae)**. Zootaxa, v. 4250, n. 6, p. 501-528, 2017.

CAPÍTULO 13

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CÁLCIO E FÓSFORO PARA MANTENÇA E GANHO DE CORDEIROS CORRIEDALE

Data de aceite: 01/12/2021
Data de submissão: 10/09/2021

Andressa Ana Martins
Faculdade Santo Ângelo
Santo Ângelo - Rio Grande do Sul
http://lattes.cnpq.br/3935281876490760

Juliene da Silva Rosa
Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
http://lattes.cnpq.br/7199821811798076

William Soares Teixeira
Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
http://lattes.cnpq.br/9589524867021145

Matheus Lehnhart de Moraes
Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
http://lattes.cnpq.br/3271453715411833

Stefani Macari
Universidade Federal de Pelotas
Pelotas – Rio Grande do Sul
http://lattes.cnpq.br/0575434459047702

Cleber Cassol Pires
Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
http://lattes.cnpq.br/5811435302893655

RESUMO: Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estimar as exigências nutricionais de cálcio e fósforo para mantença e ganho em peso de cordeiros da raça Corriedale. Foram utilizados 42 cordeiros castrados. Seis cordeiros foram abatidos após 14 dias, sendo os animais referência na metodologia do abate comparativo, 24 animais foram alimentados *ad libitum* e abatidos aos 28, 33 ou 38 kg de PV, e 12 animais foram submetidos a 70 e 55% do consumo *ad libitum*. A composição corporal foi estimada a partir de equações de regressão do logaritmo da quantidade de cálcio e fósforo presentes no corpo vazio, em função do logaritmo do peso corporal vazio. As exigências líquidas de mantença e o coeficiente de absorção destes minerais foram determinados a partir da correlação entre a quantidade de mineral ingerida e a quantidade retida no corpo, enquanto as exigências líquidas para o ganho em peso foram estimadas a partir da derivação de equações de predição da composição corporal. A composição corporal variou de 16,83 a 16,49 g de cálcio e 4,69 a 4,64 g de fósforo por kg de peso de corpo vazio. As exigências líquidas de mantença, para animais entre 28 e 38 kg de peso vivo, foram 450 mg de Ca/dia e 329 mg de P/dia. As exigências dietéticas foram de 7,05 a 6,93 g/dia de cálcio e 4,14 a 4,11 g/dia de fósforo para cordeiros Corriedale, dos 28 aos 38 kg de PV, com ganho de 200 g/dia.

PALAVRAS-CHAVE: Composição Corporal. Macrominerais. Nutrição. Ovinos.

REQUIREMENTS CALCIUM AND PHOSPHORUS FOR MAINTENANCE AND GAIN OF LAMBS CORRIEDALE

ABSTRACT: This work was developed with the objective of estimating the nutritional requirements

of calcium and phosphorus for maintenance and weight gain of Corriedale lambs. Were used 42 castrated lambs. Six lambs were slaughtered after 14 days, reference animals in the comparative slaughter methodology, 24 animals were fed *ad libitum* and slaughtered at 28, 33 or 38 kg of BW, and 12 animals were submitted at 70 and 55% of consumption *ad libitum*. The body composition was estimated from regression equations of the log of the amount of calcium and phosphorus present in the empty body, as a function of the logarithm of the empty body weight. The net maintenance requirements and the absorption coefficient of these minerals were determined from the correlation between the amount of mineral ingested and the amount retained in the body, while the net requirements for weight gain were estimated from the derivation of prediction equations of body composition. Body composition ranged from 16.83 to 16.49 g of calcium and 4.69 to 4.64 g of phosphorus per kg of empty body weight. The net maintenance requirements for animals between 28 and 38 kg live weight were 450 mg Ca/day and 329 mg P/day. Dietary requirements were from 7.05 to 6.93 g/day of calcium and 4.14 to 4.11 g/day of phosphorus for Corriedale lambs, from 28 to 38 kg of BW, gaining 200 g/day.
KEYWORDS: Body composition. Macrominerals. Nutrition. Sheep.

1 | INTRODUÇÃO

Os elementos minerais são componentes essenciais na dieta de ruminantes, pois, influenciam a produtividade, atuam como cofatores essenciais para utilização da energia e da proteína. Os minerais são responsáveis por funções vitais no organismo com reflexos no desempenho animal, as deficiências de um ou mais elementos minerais podem resultar em desordens nutricionais, levando o animal a desempenhos produtivo e reprodutivo abaixo do potencial.

As concentrações de cálcio e fósforo corporais são reflexo, principalmente, da proporção de ossos e gordura da carcaça. Portanto, fatores como idade, raça, grupo genético, sexo, manejo alimentar e condições climáticas, as quais os animais são submetidos, influem na concentração desses minerais. A base dos cálculos e do balanceamento da dieta para ovinos, nas condições brasileiras, são tabelas elaboradas por concelhos internacionais, como por exemplo, o National Research Council (NRC) e do Agricultural Research Council (ARC). No entanto, deve-se usar estas tabelas com cautela, pois podem comprometer a produção animal. Pois, essas recomendações expressam exigências de ovinos lanados em países de clima temperado.

Para estimar as exigências de macrominerais para ganho de peso, é utilizado o método fatorial, proposto pelo ARC (1980). Este método estima as quantidades líquidas que são depositadas no corpo do animal para atender ao ganho em peso, gestação, lactação e ao crescimento de lã em ovinos.

> A soma das frações de mantença e produção vão constituir a exigência líquida total, a qual, corrigida por um coeficiente de absorção do elemento inorgânico no aparelho digestivo do animal, resulta na exigência dietética do animal (ARC, 1980).

O método fatorial é usado por vários autores, parte destes se baseiam em equações propostas pelo AFRC (1991), outros, utilizam equações geradas pelos dados dos próprios trabalhos, estas variações influenciam nas diferenças dos resultados finais. Assim, é necessário o conhecimento das exigências nutricionais de macrominerais para as condições brasileiras, com os alimentos e as raças adaptadas. Por tanto, os objetivos deste trabalho foram determinar a composição corporal e estimar as exigências nutricionais de mantença e ganho de peso de cálcio e fósforo para cordeiros Corriedale.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Ovinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da mesma instituição (076/2014), e desenvolvido no período de março de 2013 a fevereiro de 2017.

Foram utilizados 36 cordeiros, machos castrados, da raça Corriedale, desmamados, e confinados em baias individuais com 2 m² providas de comedouros e bebedouros. Após o período de adaptação, seis animais foram abatidos, servindo como referência na metodologia do abate comparativo (ARC, 1980). Dentre os demais, 18 animais foram alimentados *ad libitum* e abatidos aos 28, 33 ou 38 kg de peso vivo (PV). Os demais, 12 animais, foram submetidos a dois níveis de restrição alimentar: 70 e 55% do consumo *ad libitum*, expresso em percentual do PV, utilizados para calcular a exigência de mantença. O abate destes foi realizado com aqueles abatidos aos 38 kg de PV, independentemente do peso.

A dieta foi constituída por silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench), grão de milho (*Zea mays* L.), farelo de soja (*Glycine max* L.) e minerais, sendo calculada para atender às exigências de proteína bruta, energia metabolizável e macrominerais preconizadas pelo NRC (2007), para ganho de 0,200 kg diários. As proporções dos ingredientes e composição bromatológica da dieta experimental estão apresentados na Tabela 1.

Ingredientes	Proporção dos ingredientes (%MS)
Silagem de sorgo	50,00
Milho quebrado	22,75
Farelo de soja	25,58
Calcário calcítico	1,66
Composição bromatológica (%MS)	
Matéria seca	61,99
Matéria orgânica	93,48
Proteína bruta	18,81

Extrato etéreo	4,40
Fibra em detergente neutro	36,04
Fibra em detergente ácido	21,88
Carboidratos totais	70,26
Carboidratos não estruturais	37,41
Cinzas	4,54
Nutrientes digestíveis totais	67,66
Energia líquida	1,58
Cálcio	0,63
Fósforo	0,31

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes e composição bromatológica da dieta experimental

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 8:00 e às 16:00 horas. A quantidade ofertada aos animais alimentados *ad libitum* foi ajustada para manter sobras de 10% do total oferecido. Diariamente foram coletadas amostras do alimento e de suas respectivas sobras, para posteriores análises. Os animais foram pesados no início do experimento e a cada 14 dias, após jejum de sólidos de 14 horas.

No abate, os animais foram pesados, insensibilizados e sacrificados através da secção das artérias carótidas e veias jugulares, coletando o sangue. Após a esfola e evisceração cada órgão foi pesado individualmente. Sendo que o **rúmen, retículo,** omaso, abomaso, intestino grosso e intestino delgado foram pesados cheios e vazios, obtendo-se, o peso de conteúdo gastrointestinal (CGI). O peso de corpo vazio (PCV) foi obtido pela diferença entre PV e CGI, bexiga e urina. A lã foi removida com auxílio de máquina de tosquia. As carcaças foram pesadas, a metade direita foi separada em perna, paleta, costela e pescoço. Após, os cortes foram separados em porção comestível (músculo, gordura e outros) e ossos. Da mesma forma, a cabeça, e as duas patas direitas de cada animal, foram separadas. Os componentes corporais constitu**íram** oito grupos, sendo: grupo 1 órgãos internos, 2 trato gastrointestinal, 3 gordura interna, 4 sangue, 5 porção comestível, 6 pele, 7 lã e 8 ossos, após trituração em moedor de carnes elétrico, as amostras foram congeladas. O oitavo grupo foi composto por pequenas porções de cada osso, acondicionadas em recipientes e congeladas para posteriores análises laboratoriais.

À exceção das amostras de sangue, as amostras de cada grupo dos componentes corporais foram moídas e após retirada uma alíquota de 200g colocadas em Becker com capacidade de 500 ml e levadas à estufa a 105°C, por um período de, no mínimo, 72 horas, para determinação da matéria seca gordurosa (MSG). Em seguida, as mesmas foram lavadas com éter de petróleo, para obtenção da matéria seca pré-desengordurada (MSPD) (KOCK; PRESTON, 1979).

Após obter a MSPD, as amostras foram trituradas em moinho de bola, para posteriores determinações de nitrogênio total, no espectrômetro de massa (IRMS), e de

gordura segundo Bligh; Dyer (1959). A gordura removida no pré-desengorduramento foi calculada pela diferença entre a MSG e a MSPD, cujo resultado foi adicionado aos valores obtidos de gordura residual na MSPD, para determinação do teor total de gordura na amostra. As amostras de sangue foram acondicionadas em bandejas de alumínio e levadas à estufa de ventilação forçada a 65°C por aproximadamente 96 horas, para determinação da matéria parcialmente seca (MPS). Posteriormente foram moídas em moinho de bola para às determinações de MS, Ca e P.

As amostras dos alimentos fornecidos e sobras, foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada a 55°C por aproximadamente 72 horas sendo, em seguida, moídas em moinho tipo "Willey" com peneira de 2mm e acondicionadas em frascos identificados. Foram determinados, os teores de matéria seca (MS) por secagem em estufa a 105ºC durante 16 horas. O conteúdo de matéria mineral (MM) foi determinado por combustão a 600°C durante 4 horas e teores de extrato etéreo (EE) conforme Silva; Queiroz (2002). O teor de nitrogênio total (N) foi determinado pelo método Kjeldahl (Método 984.13, AOAC, 1997).

As análises para determinação dos macrominerais foram efetuadas por digestão ácida com ácido sulfúrico, obtendo-se a solução mineral (TEDESCO et al., 1995). Em seguida, foram feitas as diluições para determinação do cálcio e do fósforo. O cálcio foi determinado adicionando-se cloreto de estrôncio e as leituras, foram realizadas em espectrofotômetro de absorção atômica. O fósforo foi determinado por redução do complexo fósforo-molibdato e as leituras foram realizadas por colorimetria em espectofotômetro. As concentrações corporais de cálcio e fósforo foram determinadas em função das concentrações percentuais nas distintas amostras de componentes corporais. O somatório dos valores, em gramas, forneceu o total de cada componente químico e possibilitou o cálculo de seus percentuais no PCV. Para predição do conteúdo de cálcio e fósforo por Kg de PCV dos animais, foi adotado o modelo exponencial $y = ax^b$, preconizado pelo ARC (1980). Este modelo foi logaritmizado conforme a equação que se segue:

$$Log\ Y = a + b\ Log\ X$$

Em que: *Log* Y = logaritmo do conteúdo total do macromineral no corpo vazio, a = intercepto, *Log* X = logaritmo do peso corporal vazio e b = coeficiente de regressão do conteúdo do macromineral em função do peso corporal vazio. Para predição do PCV foi utilizada a equação de regressão deste, em função do peso vivo ao abate.

Para estimar a exigência líquida para mantença foi realizada uma análise de regressão entre a quantidade de cálcio e fósforo retida no corpo vazio e a quantidade de cada mineral consumida. Os animais usados para gerar estes dados foram os submetidos a restrição alimentar (55 e 70% do consumo *ad libitum*) e os alimentados *ad libitum* abatidos aos 38 kg de PV. A exigência líquida para mantença foi obtida após a extrapolação da equação de regressão para o nível zero de ingestão. As exigências líquidas para o ganho em peso corporal vazio de cálcio e fósforo foram estimadas a partir da derivação das

equações de regressão da composição corporal, obtendo-se a equação $y' = b^{10-a} PCV^{(b-1)}$.

As exigências líquidas desses minerais para o ganho de peso vivo foram obtidas por meio da conversão do peso corporal vazio em peso vivo, utilizando-se o fator 1,20 obtido pelo quociente PV/PCV dos animais. A soma das frações de mantença e produção constituem a exigência líquida total, a qual, corrigida por um coeficiente de absorção do elemento inorgânico no aparelho digestivo do animal, resulta na exigência dietética do animal (ARC, 1980).

O delineamento utilizado foi o Inteiramente Casualizado. Os dados foram submetidos à análise de regressão segundo o modelo:

$$Yij = \alpha + \beta xij + \phi$$

Em que: Yij = Observação da variável dependente correspondente à repetição da independente j sob o tratamento de ordem i, α = intercepto, β = coeficiente de regressão, xij = observação da variável independente associado à repetição de ordem j sob tratamento de ordem i, ϕ = Desvios da regressão.Todas as análises foram realizadas em nível de 5% de significância através do procedimento GLM.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão os resultados médios e respectivos desvios padrões da composição corporal em Ca e P e peso dos cordeiros Corriedale. A porcentagem de matéria seca foi de 35,93 a 44,16, a de gordura foi de 9,89 a 17,57, de cálcio foi de 1,69 a 1,61 e do fósforo foi de 0,45 a 0,43 para os PCV entre 23,69 a 32,09 Kg. Observa-se que houve um aumento na concentração de matéria seca e gordura corporal, no entanto, a concentração corporal de Ca e P reduziu com o aumento do PV. Estes resultados também foram obtidos por Teixeira et al., (2015). O decréscimo nas concentrações de Ca e P pode ser explicado pelo aumento na concentração de gordura nos animais mais pesados e pela redução no crescimento ósseo à medida que aumenta o peso corporal, pois a maior parte do Ca e P corporal está presente nesse tecido (PÉREZ et al., 2001). Pois, a maioria desses elementos encontra-se nos ossos, e ocorre redução quando os animais atingem a maturidade, pois há uma redução no crescimento ósseo.

Em estudo com animais oriundos do cruzamento entre as raças Ile de France e Santa Inês, com peso entre 15 e 45 kg de PV, Baião et al., (2003) relata a composição corporal de 38,91 a 47,24 % MS, 11,98 a 24,26 % de gordura, 1,19 a 1,07 % de Ca e 0,71 a 0,67 % de P.

Variável	Referência	Pesos de abate		
		28	33	38
Peso ao abate (kg)	28,83±3,21	28,84±1,05	32,90±2,15	38,03±1,28
Peso de corpo vazio (kg)	23,69±2,58	23,31±0,72	26,49±1,53	32,09±2,08
Matéria seca (%)	35,93±1,00	38,69±0,79	39,15±1,30	44,16±1,53
Gordura (%)	9,89±2,74	14,45±2,64	14,93±4,03	17,57±2,21
Cálcio (%)	1,69±0,41	1,67±0,22	1,67±0,23	1,61±0,16
Fósforo (%)	0,45±0,04	0,44±0,06	0,44±0,04	0,43±0,11

Tabela 2 - Peso ao abate (PA), peso de corpo vazio (PCV) e composição corporal de matéria seca, gordura, cálcio e fósforo (% no PCV), em função dos diferentes pesos de abate (média ± desvio-padrão)

Para animais da raça Santa Inês, com peso vivo de 15,02 a 35,91 Kg, Geraseev et al., (2000) determinou a composição corporal de 32,36 a 35,91 % MS, 10,02 a 14,43 % de gordura, 1,52 a 1,39 % de Ca e 0,81 a 0,75 % de P. As variações observadas entre as pesquisas, podem ser atribuídas, entre outros fatores, a diferença racial dos animais utilizados nos experimentos. No presente estudo, com animais da raça Corriedale, caracterizados como animais lanados, houve menor concentração de fosforo na carcaça, quando comparados aos estudos realizados com animais deslanados. Os animais lanados possuem maior quantidade de gordura na carcaça, o que resulta em menores proporções de nutrientes minerais, pois, a gordura apresenta pequena quantidade de minerais.

As diferenças nas concentrações de cálcio e fósforo corporais são reflexo principalmente das diferenças existentes na proporção de ossos na carcaça, uma vez que 99% do conteúdo de cálcio e 80% do conteúdo de fósforo no corpo estão nos ossos (GERASEEV et al., 2000). No presente estudo, o conteúdo de cálcio e fósforo da massa óssea representou 98,33 e 80,02% da carcaça, respectivamente.

A partir dos dados de composição corporal foram obtidas as equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de cálcio e fósforo, em função do logaritmo do PCV, para cordeiros dos 28 aos 38 kg de PV (Tabela 3). Com base nas equações da Tabela 3 foi estimada a concentração de cálcio e fósforo por Kg de peso de corpo vazio (Tabela 4). Os resultados apresentados, na Tabela 4, indicam decréscimo no conteúdo corporal dos macrominerais por unidade de peso (g/kg PCV) com o aumento do PCV.

Variável	Equação de regressão	R^2
PCV	Peso de corpo vazio, Kg = -1,3344 + 0,8615 PV,kg	88,20
Cálcio	*Log* Cálcio, g = 1,3087 + 0,9394 *Log* PCV, kg	51,84
Fósforo	*Log* Fósforo, g = 0,7042 + 0,9755 *Log* PCV,kg	48,22

Tabela 3 - Equações de predição para o peso de corpo vazio (PCV), em função do peso vivo (PV) e conteúdo corporal de cálcio e fósforo em função do peso de corpo vazio

Peso ao abate (kg)	Peso de corpo vazio (PCV) (kg)	Mineral (g/kg PCV)	
		Cálcio	**Fósforo**
28	23	16,83	4,69
33	26	16,70	4,67
38	32	16,49	4,64

Tabela 4 - Estimativa da concentração de cálcio e fósforo em função do peso de corpo vazio

Para os cordeiros Corriedale dos 28 aos 38 kg PV, foi obtido os valores médios de 16,67 g de Ca e 4,66 g de P/kg de PCV. Segundo o ARC (1980) a concentração de minerais no conteúdo corporal é constante, e ainda, independente do aumento de peso, sendo 11,0 g de Ca e 6,0 g de P por kg PCV. Os resultados do presente estudo não permaneceram constantes e são 51,57% superior para o Ca, e 22,22% inferiores para o fósforo, quando comparados aos preconizados pelo ARC (1980). Para os sistemas internacionais AFRC (1991) e NRC (2007) a concentração corporal de cálcio decresce com a maturidade dos animais, pois há estabilização do tecido ósseo.

A massa óssea dos cordeiros da raça Corriedale correspondeu a 20,83, 17,76, 17,45 e 17,23% da MS, para os tratamentos referência, 28, 33 e 38 kg de PV. Nesta massa óssea, a quantidade dos minerais correspondeu a 22,78, 23,02, 25,15 e 25,43% de cálcio, e 5,80, 6,75, 7,20 e 7,24% de fósforo para os mesmos pesos vivos. Em pesquisa com animais cruza Texel, Goularte (2014) estimou as concentrações corporais de 14,84 a 12,09 g de Ca por kg de PCV e de 5,36 a 5,24 g de P/kg de PCV, para os pesos de 20 a 50 kg de PCV. Estas diferenças podem ser atribuídas as variações na composição corporal existente em animais de diferentes raças. Outro fator, são as variações na concentração de gordura, a qual ocorre em função da idade, raça, sexo, manejo alimentar e condições climáticas (Geraseev et al., 2000).

Os animais usados para estimar as equações de regressão foram os submetidos a restrição alimentar (55 e 70% do consumo *ad libitum*) e os alimentados *ad libitum* abatidos aos 38 kg de PV. Os coeficientes de absorção e as exigências líquidas para mantença foram estimados, a partir de equações de regressão, correlacionando a quantidade ingerida (g/dia) pelos animais e a quantidade retida (g/dia) no corpo vazio dos mesmos. Após a extrapolação da equação de regressão para o nível zero de ingestão obteve-se as exigências líquidas para mantença:

$$\text{Fósforo (g/dia) P retido} = -0{,}329 + 0{,}26 \text{ P ingerido } (R^2=81{,}64)$$

$$\text{Cálcio (g/dia) Ca retido} = -0{,}450 + 0{,}43 \text{ Ca ingerido } (R^2=71{,}95)$$

As exigências líquidas de mantença para cálcio e fósforo, para cordeiros Corriedale entre 28 e 38 kg de peso vivo, foram 450 mg Ca/dia e 329 mg P/dia. Segundo o ARC (1980) os valores estimados devem estar entre 240 a 400 mg Ca/dia para cordeiros com 15 a 25 kg PV, respectivamente. As exigências líquidas de mantença para cálcio e fósforo, encontradas por Geraseev et al., (2000), para animais entre 15 e 25 kg de peso vivo,

foram de 305 mg Ca/dia e 325 mg P/dia, estes autores utilizaram a mesma metodologia do presente estudo para estimar esta exigência.

O coeficiente de absorção obtido para o cálcio e fósforo, na presente pesquisa foi de 0,43 e 0,26 respectivamente. Estes valores foram inferiores aos preconizados pelo NRC (1985), 0,60 para o cálcio e 0,70 para o fósforo. Os autores Geraseev et al., (2000) reportaram os valores de 0,44 e 0,55 para cálcio e fósforo respectivamente. Para o cálcio o resultado é semelhante ao do presente estudo, no entanto, para o fósforo é 52,72% superior. As diferenças entre os valores dos coeficientes de absorção do cálcio e fósforo podem ser atribuídas as diferenças entre os alimentos utilizados nos experimentos, além das condições ambientais e raças. Após derivar as equações de predição da composição corporal de cálcio e fósforo (Tabela 4), foram obtidas as equações que permitiram estimar a quantidade de cálcio e fósforo depositada por Kg de ganho em PCV:

$$\text{Cálcio (g) } Y = 19{,}12 \,.\, PCV^{-0{,}0606}$$

$$\text{Fósforo (g) } Y = 4{,}93 \,.\, PCV^{-0{,}02}$$

A partir das equações de predição para o ganho de cálcio e fósforo, foram estimadas as exigências líquidas de cálcio e fósforo para ganho em PCV (Tabela 5).

As exigências líquidas de ganho para cordeiros com 23 a 32 kg de PCV foram de 15,81 a 15,50 g/kg PCV para cálcio e de 4,57 a 4,53 g/kg PCV para o fósforo. Segundo o AFRC (1991) o peso à maturidade deve ser considerado no cálculo, assim, há decréscimo na deposição destes minerais com o avanço da maturidade. Este concelho reporta os valores de 11,48 g Ca/kg PV e 6,62 g P/kg PV para animais com 15 kg PV.

PV (kg)	PCV (kg)	Mineral (g/kg de ganho de PCV)	
		Cálcio	**Fósforo**
28	23	15,81	4,57
33	26	15,70	4,55
38	32	15,50	4,53

Tabela 5 - Exigências líquidas (g) de cálcio e fósforo para ganho de 1 kg de peso de corpo vazio (PCV), para cordeiros Corriedale dos 28 aos 38 kg de peso vivo

Para os autores Geraseev et al., (2000) a concentração de cálcio no ganho de PCV encontrada foi de 12,55 a 11,36 g/kg e de fósforo foi de 6,30 a 5,43 g/kg, para animais com 12,96 a 22,05 kg de PCV, respectivamente. Os valores do presente estudo, quando comparados com esses autores são 38,73% superiores para Ca, e 18,81% inferiores para P, para os animais com 23 kg de PCV. Estas diferenças podem ser justificadas por fatores que influenciam na composição corporal dos animais, como por exemplo, a raça, o clima, e ainda a metodologia utilizada no preparo das amostras.

Na Tabela 6 estão apresentadas as exigências líquidas de cálcio e fósforo para ganho de PV, calculadas a partir da divisão das exigências líquidas para ganho em PCV,

Tabela 5, pelo fator de correção obtido através da razão entre PV/PCV. O fator de correção obtido no presente estudo correspondeu a 1,2.

PV (kg)	Exigência líquida para 1 kg de ganho de PV		
	Cálcio (g)	Fósforo (g)	Ca : P[1]
28	12,91	3,73	
33	12,81	3,72	3,42
38	12,65	3,70	

[1] Ca : P: relação cálcio e fósforo

Tabela 6 - Exigências líquidas (g) de cálcio e fósforo para ganho de 1 kg de peso vivo (PV), para cordeiros da raça Corriedale dos 28 aos 38 kg de peso vivo

A exigência líquida para um kg de ganho de peso foi de 12,91 a 12,65 gramas de Ca e 3,73 a 3,70 gramas de P, para os peso de 28 a 38 kg de PV. A relação Ca:P encontrada neste trabalho, foi de 3,42. Este resultado é superior aos valores de 1,80 e 1,76 preconizados pelo ARC (1980) e AFRC (1991), respectivamente.

Nas Tabelas 7 e 8 são apresentadas as estimativas das exigências líquidas de ganho de cálcio e fósforo dos cordeiros Corriedale dos 28 a 38 kg de PV. Tanto para o cálcio quanto para o fósforo observa-se que as exigências líquidas totais diminuem com o aumento do PV e aumentam com a taxa de ganho. As exigências líquidas totais para cordeiros Corriedale com 33 kg de PV e ganho de 200 g/dia corresponderam a 3,01 g/animal/dia de Ca e 1,07 g/animal/dia de P. Segundo Teixeira et al., (2015) em estudo com caprinos F_1 Boer × Saanen dos 15 a 25 kg de peso corporal observaram uma redução de 27,5% de Ca e 27,8% de P com o aumento do peso dos animais.

PV (kg)	GMD (g/dia)	Cálcio		
		Mantença	Ganho	Total
28	100	0,450	1,290	1,740
	150	0,450	1,940	2,390
	200	0,450	2,580	3,030
	250	0,450	3,230	3,680
33	100	0,450	1,280	1,730
	150	0,450	1,920	2,370
	200	0,450	2,560	3,010
	250	0,450	3,200	3,650

38	100	0,450	1,260	1,710
	150	0,450	1,900	2,350
	200	0,450	2,530	2,980
	250	0,450	3,160	3,610

Tabela 7 - Estimativas das exigências líquidas (g/dia) de cálcio para o ganho em peso vivo de cordeiros da raça Corriedale

Os autores Baião et al., (2003) em pesquisa com animais oriundos de cruzamento da raça Santa Inês, com 30 kg de PV e ganho de 200 g/dia, obteve exigências líquidas totais de 2,07 g/animal/dia de Ca e 1,42 g/animal/dia de P.

Assim como em outros resultados obtidos no presente estudo, pode-se atribuir as diferenças nas exigências líquidas de Ca e P para ganho, principalmente, as diferenças existentes na proporção de ossos e de gordura na carcaça dos animais nas distintas raças estudadas.

As exigências dietéticas foram estimadas aplicando-se o método fatorial, segundo a metodologia recomendada pelo ARC (1980), ou seja, foram somadas as exigências de mantença e as exigências líquidas, e estas, foram divididas pelo coeficiente de absorção, Tabela 9.

As exigências dietéticas de cálcio para cordeiros Corriedale, dos 28 aos 38 kg de PV, com ganho de 200 g/dia, foram de 7,05 a 6,93 g/dia. As exigências dietéticas de fósforo corresponderam a 4,14 a 4,11 g/dia para os mesmos tratamentos. Para o NRC (1985) a exigências dietética de cálcio é de 5,2 g/dia, para animais com 20 kg de PV e ganho de 200 g/dia, valores estes, inferiores ao obtido pelo presente estudo. Autores brasileiros também reportaram valores inferiores ao deste estudo, como por exemplo Geraseev et al., (2000) que estimou exigências dietéticas de cálcio e fósforo de 4,87 e 1,91 g/dia respectivamente, para cordeiros Santa Inês com 20 kg de PV e ganho de 200 g/dia, e Gonzaga Neto et al., (2005) onde as exigências dietéticas foram de 4,75 e 3,57 g/dia para cordeiros Morada Nova com 20 kg de PV e ganho de 200 g/dia.

PV (kg)	GMD (g/dia)	Fósforo		
		Mantença	Ganho	Total
28	100	0,329	0,373	0,702
	150	0,329	0,560	0,889
	200	0,329	0,747	1,076
	250	0,329	0,933	1,262
33	100	0,329	0,372	0,701
	150	0,329	0,558	0,887
	200	0,329	0,744	1,073
	250	0,329	0,930	1,259
38	100	0,329	0,370	0,699
	150	0,329	0,555	0,884
	200	0,329	0,741	1,070
	250	0,329	0,926	1,255

Tabela 8 - Estimativas das exigências líquidas (g/dia) de fósforo para o ganho em peso vivo de cordeiros da raça Corriedale

PV (kg)	GMD (g/dia)	Mineral	
		Cálcio	Fósforo
28	100	4,047	2,700
	150	5,558	3,419
	200	7,047	4,138
	250	8,558	4,854
33	100	4,023	2,696
	150	5,512	3,412
	200	7,000	4,127
	250	8,488	4,842
38	100	3,977	2,688
	150	5,465	3,400
	200	6,930	4,115
	250	8,395	4,827

Tabela 9 - Estimativas das exigências dietéticas (g/dia) de cálcio e fósforo para o ganho em peso vivo de cordeiros da raça Corriedale

4 | CONCLUSÃO

A composição corporal de cálcio e fósforo dos cordeiros Corriedale reduziu com o aumento do peso de corpo vazio para cálcio. As exigências líquidas de cálcio e fósforo para a mantença, para animais entre 28 e 38 kg de peso vivo, foram de 450 mg de Ca/dia e 329 mg de P/dia. As exigências dietéticas foram de 7,05 a 6,93 g/dia de cálcio e 4,14 a 4,11 g/dia de fósforo para cordeiros Corriedale, dos 28 aos 38 kg de PV, com ganho de 200 g/dia.

REFERÊNCIAS

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminant livestock.** London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 351p.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **A reappraisal of the calcium, and phosphorus requirement of sheep and cattle.** Nutrition Abstracts and Rewiews (Serie B) 61,573-612. 1991.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**, 16th, 3. ed. AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD. 1997.

BAIÃO, E. A. M. et al. **Composição corporal e exigências nutricionais de cálcio e fósforo para ganho em peso de cordeiros**. Ciência e Agrotecnologia, v.27, n.6, p.1370-1379, 2003.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadium Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, 1959.

GERASEEV, L. C. et al. **Composição Corporal e Exigências Nutricionais em Cálcio e Fósforo para Ganho e Mantença de Cordeiros Santa Inês dos 15 kg aos 25 kg de Peso Vivo**. Revista Brasileira de Zootecnia**,** Viçosa, v. 29, n. 1, p. 261-268, 2000.

GONZAGA NETO, S. et al. **Composicao corporal e exigencias nutricionais de proteina e energia para cordeiros Morada Nova.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 34, n. 6, p. 2446-2456, 2005.

GOULART, S. R. **Exigências nutricionais de macro e microminerais em fêmeas ovinas mestiças lanadas confinadas**. 2014. 82 f. Tese (doutorado)-Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2014.

KOCK, S. W.; PRESTON, R. L. **Estimation of bovine carcass composition by the urea dilution technique**. Journal of Animal Science, Savoy, v.48, n.2, p.319-327, 1979.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of sheep.** 6ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985a. 112p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids, and new world camelids.** Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.

PÉREZ, J.R.O.; GERASEEV, L.C.; SANTOS, C.L. et al. **Composição corporal e exigências nutricionais de cálcio e fósforo de cordeiros Santa Inês em crescimento**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.36, n.5, p.815-822, 2001.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ed. Viçosa: UFV, 2002a. 235p.

TEDESCO, M. J. et al. **Analises de solo, planta e outros materiais**. 2ª Ed. Porto Alegre: Departamento de solos, UFRGS, 1995. 174p (Boletim Técnico,5).

Teixeira, A. M. A; Härter, C. J; Pereira Filho, J. M; da Silva Sobrinho, A. G; Resende, K. T. **Mineral requirements for growth and maintenance of F1 Boer × Saanen male kids**. Jornal Animal Science, May 15, 2015.

CAPÍTULO 14

PROGESTERONA INJETÁVEL EM VACAS NELORES SUBMETIDAS A PROTOCOLOS DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO

Data de aceite: 01/12/2021
Data de submissão: 04/09/2021

Anderson Eduardo Amâncio de Lima
Instituto Federal Goiano Campus Urutaí
Urutaí - GO
http://lattes.cnpq.br/2021050720690811

Yuri Faria Carneiro Discente
Instituto Federal Goiano Campus Urutaí
Urutaí - GO
http://lattes.cnpq.br/1882857824837267

Lauro César Ferreira Beltrão
Instituto Federal Goiano Campus Urutaí
Urutaí – GO
http://lattes.cnpq.br/5981280070398066

Daniele Alves Corrêa de Abreu
Instituto Federal Goiano Campus Urutaí
Urutaí - GO
http://lattes.cnpq.br/5332315905369871

Daniel de Almeida Rabello
Instituto Federal Goiano Campus Urutaí
Urutaí – GO
http://lattes.cnpq.br/3462598039309760

Geisiana Barbosa Gonçalves
Instituto Federal Goiano Campus Urutaí
Urutaí – GO
http://lattes.cnpq.br/2098302964080593

Andressa Silva Nascimento
Instituto Federal Goiano Campus Urutaí
Urutaí – GO
http://lattes.cnpq.br/7914952429340843

Wesley José de Souza Docente
Instituto Federal Goiano Campus Urutaí
Urutaí - GO
http://lattes.cnpq.br/7708254282782107

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da aplicação de progesterona injetável após a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) em vacas Nelore. Neste estudo foram utilizadas 49 vacas Nelores criadas em regime extensivo com suplementação mineral e com escore de condição corporal de 3. As vacas foram sincronizadas e posteriormente a IATF foram separados aleatoriamente em dois grupos experimentais: vacas não receberam a progesterona injetável (T1), vacas duas doses 150 mg de progesterona injetável, via intramuscular nos 4º e 14º dia após a IATF (T2). Decorridos 100 dias da IATF realizou-se o diagnóstico de gestação por ultrassonografia. A taxa de prenhez entre os tratamentos foi compara pelo teste de QuiQuadrado. O uso de progesterona injetável não influenciou taxas de prenhez em vacas Nelore após IATF durante a estação de monta, porém, a diferença numérica obtida pode significar o aumento do número de bezerros nascidos em sistemas de criação em larga escala.

PALAVRAS-CHAVE: IATF, Reprodução bovina, Taxa de Prenhez.

PROGESTERONE INJECTABLE IN NELORES COWS SUBMITTED TO ARTIFICIAL INSEMINATION PROTOCOLS AT A FIXED TIME

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the efficiency of the application of injectable progesterone after Fixed Time Artificial Insemination (IATF) in Nellore cows. In this study, 49 Nellores cows reared in extensive regimen with mineral supplementation and with a body condition score of 3 were used. The cows were synchronized and later the IATF were randomly separated into two experimental groups: cows did not receive injectable progesterone (T1), cows two doses 150 mg of injectable progesterone, intramuscularly on the 4th and 14th day after IATF (T2). After 100 days of IATF, the pregnancy diagnosis was made by ultrasound. The pregnancy rate between treatments was compared using the Chi-square test. The use of injectable progesterone did not influence pregnancy rates in Nellore cows after IATF during the breeding season, however, the numerical difference obtained may mean an increase in the number of calves born in large-scale rearing systems.
KEYWORDS: IATF, Bovine reproduction, Pregnancy rate.

INTRODUÇÃO

A produtividade na pecuária de corte está diretamente relacionada a eficiência reprodutiva das fêmeas, que devem apresentar preferencialmente um intervalo entre partos de 12 meses, gerando a produção de 1 bezerro/matriz/ano. Com isso, o uso de biotecnologias reprodutivas podem melhorar a eficiência reprodutiva do rebanho, utilizando por exemplo a inseminação artificial a tempo fixo (IATF), uma das principais técnicas usadas no campo, permitindo consequentemente, aumento na rentabilidade da atividade pecuária.

O objetivo da IATF é aumentar a produtividade do rebanho a partir da manipulação dos mecanismos envolvidos na fisiologia reprodutiva da fêmea bovina, em diferentes níveis fisiológicos, sejam eles endócrinos, celulares e moleculares. Para Gottschsll et al. (2008), o uso dessa ferramenta permite antecipar a concepção e, consequentemente a parição, concentrando dessa forma os nascimentos em um período. Como resultado, tem-se a expectativa de que se eleve a probabilidade de nova prenhez na estação subsequente.

Para o sucesso no estabelecimento de uma gestação é necessário o envolvimento de diversos hormônios relacionados a fixação do embrião, reconhecimento materno e manutenção da prenhez. Nesse contexto, um dos principais hormônios é a progesterona (P4) (Graham and Clarke, 1997). A progesterona é um hormônio lipídico produzido pelo corpo lúteo, córtex adrenal e placenta (Reece, 2014). Sua concentração sanguínea no inicio da gestação aumenta à medida que o corpo lúteo cresce e se desenvolve (Frandson, 2011). É um dos principais hormônios responsáveis tanto pelo auxilio no crescimento embrionário, quanto pelas secreções endometriais, benéficas para a manutenção da gestação (Graham and Clarke, 1997).

Maiores concentrações de P4 são observadas no período crítico da gestação, compreendido entre o 15o e o 19o dia após a IATF. Entretanto, alguns estudos sugerem que maiores concentrações de P4 na primeira semana apos à ovulação é um fator determinante

no sucesso do estabelecimento da prenhez. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência da aplicação de progesterona injetável após a inseminação artificial em tempo fixo em vacas Nelore durante a estação de monta.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas neste estudo 49 vacas multíparas, da raça Nelore, com escore corporal médio de 3 (escala de 1 a 5) e peso médio de 450kg, criadas em regime extensivo (*Brachiaria decumbens*), todas suplementadas com sal mineral comercial e fornecimento de água *ad libitum.* No início da estação de monta, todas as vacas com período pós-parto superior s 45 dias foram submetidas á avaliação por exame ultrassonográfico, com o objetivo de detectar possíveis patologias uterinas e ovarianas. Após a avaliação da integridade do aparelho reprodutivo, todas as fêmeas sadias foram sincronizadas com o protocolo descrito abaixo.

Em um dia aleatório do ciclo estral considerado D0, foi realizado a colocação do implante intravaginal com 1g de progesterona associado a aplicação de 2mg por via intramuscular (IM.) de benzoato de estradiol. Sete dias após (D7), os animais foram submetidos a aplicação de 500 μg de prostaglandina via intramuscular. Ao nono dia (D9) houve a retirada de implante e aplicação de 1mg de Cipionato de Estradiol também via intramuscular, associado a 300UI de gonadotrofina coriônica equina. Com 11 dias (D11) todas as fêmeas sincronizadas foram inseminadas.

Após a IATF, as vacas foram distribuídas em dois grupos experimentais: Tratamento 1 (**T1**), em que não houve aplicação de progesterona injetável, e Tratamento 2 (**T2**), em que as vacas foram submetidas a aplicação de progesterona injetável na dose de 150mg via intramuscular no 4º e 14º dia após a inseminação.

Todas as fêmeas foram submetidas ao diagnóstico de gestação por ultrassonografia 100 dias após IATF e classificadas quanto a presença ou ausência da prenhez (taxa de prenhez). A análise estatística consistiu na comparação entre os tratamentos da taxa de prenhez pelo teste de Qui-quadrado. Foi adotado o nível de significância de 0,05 para o teste. Foi utilizado o auxilio do software R (Core Development Team 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da taxa de prenhez de ambos os tratamentos estão descritos na tabela 1. Os tratamentos não diferiram ($p>0,05$) quanto a porcentagem de vacas gestantes, o que sugere que o uso da P4 injetável no 4 e 14 dias a pós IATF não elevaram a taxa de prenhez das vacas. Entretanto, o aumento de 10% na taxa de prenhez do tratamento 2 em relação ao tratamento 1 poderia implicar em alta escala produtiva, efeito significativo no aumento do número de bezerros produzidos por estação de monta, o que representa um considerável ganho sob o espectro zootécnico.

Tratamentos	Gestante	Não Gestante	Total
T1 [a]	12 (44,4%)	15 (55,6%)	27 (100,0%)
T2 [a]	12 (54,5%)	10 (45,5%)	22 (100,0%)

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença (p>0,05) entre os tratamentos pelo Teste de Qui-Quadrado.

Tabela 1 - Frequência e porcentagem do número de gestantes ou não, sobre o protocolo de IATF com o uso de progesterona injetável.

Estes resultados corroboram com os verificados por outros autores como Loiola (2016), Rocha (2011), Pugliesi (2014), em que todos observaram aumento na taxa de prenhez de animais tratados com uma fonte exógena de progesterona após a realização de inseminação artificial em tempo fixo. Segundo os estudos, este aumento variou de 9% até 12%, valores semelhantes aos resultados encontrados neste estudo.

Acredita-se que a progesterona induza a diferenciação do estroma uterino, estimule as secreções das glândulas endometriais, bem como o acúmulo de vacúolos basais no epitélio glandular e modifique o padrão de secreção de proteínas pelas células endometriais, proporcionando o ambiente uterino apropriado para o desenvolvimento inicial do embrião (NISWENDER, 2002). Dunne et al. (2000) relatam que as perdas embrionárias em bovinos tem alcançado valores entre 29 a 39%, com maior incidência entre os dias oito e dezesseis após a inseminação artificial ou cobertura.

Recentemente, Wiltbank et al. (2016) descreveram que entre o 8º e o 27º dia de gestação, concomitantemente ao alongamento embrionário e o reconhecimento materno da gestação, as perdas embrionárias médias são de aproximadamente 30%. Além disso, segundo Mann e Lamming (1999) a progesterona atua como sinalizador biológico, impedido a luteólise nas primeiras semanas após a concepção, até que o embrião seja capaz de produzir e liberar interferon-t, substância com potencial suficiente para sinalizar a gestação.

CONCLUSÃO

O uso de progesterona injetável não influenciou taxas de prenhez em vacas nelore após iatf durante a estação de monta porém, a diferença numérica obtida pode significar o aumento do número de bezerros nascidos em sistemas de criação em larga escala, o que representa um considerável ganho sob o espectro zootécnico.

REFERÊNCIAS

CLEEFF, J.; MACMILLAN, K. L.; DROST, M.; LUCY, M. C.; THATCHER, W. W. Effects of administering progesterone at selected intervals after insemination of synchronized heifers on pregnancyrates and resynchronization of returns to service. **Theriogenology** 1996;46:1117–30.

FRANDSON, R. D.; WILKE, W. L.; FAILS, A. D. Anatomia e fisiologia dos animais de fazenda. 7a ed.Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2011. 413p

LOIOLA, M. V. G. Marcadores de fertilidade e associação da suplementação exógena com progesterona a protocolos de IATF em gado de corte / Marcus Vinícius Galvão Loiola. -- Salvador, 2016. 127 f

PUGLIESI, G.; OLIVEIRA, M. L.; SCOLARI, S. C.; LOPES, E.; PINAFFI, F. V.; MIAGAWA, B. T.; PAIVA, Y. N.; MAIO, J. R. G.; NOGUEIRA, G. P.; BINELLI, M. Corpus luteum development and function after supplementation of long-acting progesterone during the early luteal phase in beef cattle. **Reproduction in domestic animals,** 2014;49:85–91.

ROCHA, D. C. Utilização de progesterona injetável de longa ação no manejo reprodutivo de fêmeas bovinas de corte / Dimas Corrêa Rocha. – 2011. 86f.

MANN, G. E.; LAMMING, G. E. The influence of progesterone during early pregnancy in cattl. **Reproduction in domestic animals,** 1999;34:269-274.

NISWENDER, G. D.; JUENGEL, J. L.; SILVA, P. J.; ROLLYSON, M. K.; MCINTUSH, E. W. Mechanisms controlling the function and life span of the corpus luteum. **Physiological reviews**, v. 80, n. 1, p. 1–29, 2000

DUNNE, L. D.; DISKIN, M. G.; SREENAN, J. M. Embryo and foetal loss in beef heifers between day 14 of gestation and full term. **Animal Reproduction Science**, v. 58, p. 39-44, 2000

WILTBANK, M. C.; BAEZ, G. M.; GARCIA-GUERRA, A.; TOLEDO, M. Z.; MONTEIRO, P. L.; MELO, L. F.; OCHOA, J. C.; SANTOS, J. E.; SARTORI, R. 114 Pivotal periods for pregnancy loss during the first trimester of gestation in lactating dairy cows. **Theriogenology**, v. 86, p. 239-253, 2016.

CAPÍTULO 15

ASPECTOS FISIOLÓGICOS E LABORATORIAIS DE EQUINOS E ASININOS DE TRAÇÃO NO MUNICÍPIO DE PATOS-PARAÍBA, BRASIL. PATOS

Data de aceite: 01/12/2021
Data de submissão: 20/09/2021

Silvia Sousa Aquino
Universidade Federal de Campina Grande (Campus-Patos/Paraíba)
Crato-Ceará
http://lattes.cnpq.br/5025372611879080

Davidianne de Andrade Morais
Universidade Federal de Campina Grande (Campus-Patos/Paraíba)
Patos-Paraíba
http://lattes.cnpq.br/3496337359811792

Talles Monte de Almeida
Universidade Federal de Campina Grande (Campus-Patos/Paraíba)
Fortaleza-Ceará
http://lattes.cnpq.br/2215902008831775

Antônio Fernando de Melo Vaz
Universidade Federal de Campina Grande (Campus-Patos/Paraíba)
Patos-Paraíba
http://lattes.cnpq.br/8610696638385793

Eldinê Gomes de Miranda Neto
Universidade Federal de Campina Grande (Campus-Patos/Paraíba)
Patos-Paraíba
http://lattes.cnpq.br/2248342061308865

Verônica Medeiros da Trindade Nobre
Universidade Federal de Campina Grande (Campus-Patos/Paraíba)
Patos-Paraíba
http://lattes.cnpq.br/8391398398844661

RESUMO: A criação de equídeos (equinos, muares e asininos) tem grande importância no Nordeste Brasileiro. A utilização dos animais de tração representa um conjunto de atividades essenciais para os carroceiros através do aluguel e fretamento para empreendimentos comerciais e população em geral, sendo, muitas vezes, sua única fonte de renda. Como a falta de conhecimento técnico dos carroceiros para tratar adequadamente seus animais é evidente através do manejo inadequado objetivamos avaliar qual o grau de comprometimento a saúde e o bem estar dos equídeos de tração no município de Patos-Paraíba. Trinta e seis equídeos que desenvolvem atividade de tração no município foram avaliados quanto à espécie (asininos e equinos) e o período (seco e chuvoso). Em cada fase do experimento foi realizada análise dos parâmetros fisiológicos como também análise hematológica e bioquímica. Em relação aos aspectos fisiológicos apenas a temperatura retal dos animais teve interação positiva por estação climática; 47% dos animais apresentaram escore corporal ruim. O eritrograma dos asininos manteve-se dentro do intervalo de referência proposto enquanto que os equinos 22,2% apresentaram anemia normocítica hipocrômica. A presença de eosinofilia no grupo dos asininos nos dois períodos seca e chuvoso esteve acima do intervalo de referência. A GGT apresentou um aumento nos dois períodos tanto o seco como o chuvoso para espécie asinina enquanto que os equinos apenas 16,7% se mostraram alterados. Nos marcadores relacionados lesão muscular

CK e LDH 100% dos animais apresentaram aumento significativo justificando quadros de miopatias. A capacidade de trabalho dos animais de tração é influenciada por inúmeros fatores, os que predispõem os animais a uma série de enfermidades. O conhecimento e a busca de estudos nesse segmento, nos traz embasamento relevantes para transmitir aos proprietários informações que venham melhorar as condições de saúde e bem estar dos animais que são submetidos constantemente ao estresse da tração.
PALAVRAS-CHAVE: Animais de carroça, parâmetros fisiológicos, bioquímica e hematologia.

PHYSIOLOGICAL AND LABORATORY ASPECTS OF DRAFT HORSES AND DONKEYS IN THE MUNICIPALITY OF PATOS-PARAÍBA, BRAZIL. PATOS

ABSTRACT: The breeding of equines (horses, mules, and donkeys) is of pivotal importance in north-eastern Brazil. The use of draft animals represents a set of essential activities for carters through rental and chartering to commercial enterprises and the general population and is often their only source of income. As the lack of technical knowledge to properly treat their animals is evident through inadequate handling, we aimed to assess the degree of impairment to the health and welfare of draft horses in Patos, Paraiba. Thirty-six horses that are used in traction activities in the town were evaluated according to the species (donkeys and horses) and the season (dry and rainy). We analyzed physiological parameters and performed the hematological and biochemical analysis in each phase of the experiment. Regarding the physiological aspects, only the rectal temperature of the animals had a positive interaction with the climate; 47% of the animals presented unsatisfactory body score. The erythrogram of donkeys was within the proposed reference range, while 22.2% of horses presented normocytic hypochromic anemia. The presence of eosinophilia in the donkey group in both dry and rainy seasons was above the reference range. GGT level was elevated in both dry and rainy seasons for the donkey species while in the horses only 16.7% were altered. In the markers related to muscle injury, CK, and LDH, 100% of the animals showed a significant increase, justifying myopathies. The working capacity of draft animals is influenced by several factors, which predispose the animals to a series of diseases. The knowledge and the search for studies in this segment bring us relevant bases to transmit to the owners information that may improve the health and welfare conditions of animals that are constantly submitted to the stress of traction.
KEYWORDS: Cart animals, physiological parameters, biochemistry and hematology.

INTRODUÇÃO

Nenhum outro animal teve papel tão importante em acelerar processos sociais e desenvolvimento político quanto os equinos e asininos. Sua importância é verificada desde o surgimento a queda de impérios, conquista de continente, grandes batalhas, o desenvolvimento de sistemas de transporte, correio, progresso na agricultura e esporte. No aspecto econômico, o mesmo desempenhou as funções de sela (para o vaqueiro e o peão, nas lides comuns à pecuária); de carga (nos comboios ou comitivas); e, de tração (“motor” de veículos de carga e de moendas). No aspecto social – englobando exibicionismo, vaidade, orgulho e diferenciação social – os equinos e asininos desempenharam papel tanto

na função de sela quanto de tração dos veículos. A partir da segunda metade do século XIX, destacam-se no aspecto social, as atividades de esportes e lazer, como corrida e salto (GOODSHIP & BIRCH, (2001) apud MARANHÃO, (2006); BOWLING & RUNVINSKY, 2000).

A utilização dos equinos e asininos para tração, provavelmente começou entre 3500-3000 a.C., alcançando o Oriente Médio no terceiro milênio a.C. No segundo milênio a.C., os cavalos chegaram ao Egito e à Grécia, as cavalarias egípcias e carroças puxadas por cavalos são mencionadas na descrição bíblica do Exôdo (BOWLING & RUNVINSKY, 2000).

O uso da tração animal representou um grande avanço em diversos setores ao longo do tempo, favorecendo o desenvolvimento e acelerando ainda mais processos produtivos, pois a força animal era muito maior e mais veloz que a humana. Estas atividades foram bastante evidenciadas desde atividades militares no qual os equinos foram protagonistas de grandes batalhas, nas pequenas e médias propriedades rurais produtoras de alimentos na qual foi possível o uso de implementos agrícolas como arados, plantadeiras acopladas em animais na qual era possível o acesso a áreas de terrenos acidentados, solos alagados inapropriados para cultivo manual, favorecendo o cultivo de extensas áreas de terra (LIMA, et al. 2006).

Os equídeos de tração sempre foram vistos como ferramenta indispensável e vem sendo utilizado para os mais diversos trabalhos muitas vezes acima de seus limites naturais e nesse contexto de limitação surge à preocupação com bem estar destes animais (GOODSHIP; BIRCH, 2002 apud MARANHÃO et al., 2006).

A remoção de grande parte dos entulhos produzidos nas cidades, de lixo de orgânico reciclável, transporte de materiais de construção, feno, capim, lenha, lavagem (comida de oferecida a porcos), móveis entre outras funções são realizadas na maioria das vezes por carroceiros, que assim chamados são os proprietários dos animais de tração de carroça. Os mesmos pertencem a uma classe especial de trabalhadores informais, geralmente classes sociais menos abonadas e de baixa renda, com grau de escolaridade reduzido, além de que são desprovidos de informações a respeito dos tratos com os animais (OLIVEIRA et al. 2007; REZENDE, 2004).

Em estudo realizado por Reichmann (2003), observou-se que muitos carroceiros baseiam os cuidados dispensados aos seus animais, em informações adquiridas através da própria experiência ou então com colegas de profissão, experiências e informações, muitas vezes baseadas em preconceitos, que resultam em manejos inadequados. Tudo isso reflete nos animais, que são mal alimentados, submetidos a jornadas extensas e ininterruptas de trabalho com cargas pesadas, desprovido de acesso a água, às vezes doentes, sobre açoitamento, e quando imprestáveis, são abandonados. No trânsito estes equídeos são conduzidos por vias de grande movimento, em horários de pico, estando, portanto, sujeitos a acidentes (KHALIL, 2006).

Diversas são as demandas sociais relacionados a atividades dos carroceiros, dentre elas pode-se citar a restrição social, transgressão das leis de trânsito e auxilio a infância e adolescência, além de subversão as leis de proteção aos animais. Desta forma, muitas cidades desenvolvem projetos de lei a fim de regulamentar o trabalho dos carroceiros e desta maneira buscar melhorias na qualidade de vida dos mesmos e da sociedade em geral, além de promover adequadas condições de vida aos equídeos (KAARI, 2006; REZENDE, 2004).

Esses projetos estão sendo realizados, por exemplo, em São Carlos – SP, Belo Horizonte – MG, Belém – PA, Londrina - PR e Rio de Janeiro – RJ, Santa Maria -RS; Urbelândia-MG e geralmente contam com a participação direta de universidades federais, que diagnosticam a situação, elaboram e executam os projetos com os carroceiros. No município de Patos-Paraíba, discentes e docentes da Universidade Federal de Campina Grande desenvolvem o Projeto “Carroceiro”, que é uma iniciativa de ação social com intuito buscar a conscientização dos carroceiros e a valorização da saúde do homem e do animal (SILVA, et al. 2013).

Embora possa verificar a necessidade dos carroceiros a informação e inclusão social, é nitidamente difícil lidar com os mesmos, pois ainda encontra-se certa resistência, sendo necessárias mais ações e auxilio dos órgãos municipais e governamentais a fim de buscar a implantação de projetos de leis que busquem medidas que propiciem os mesmo a deixarem de estar à margem da sociedade, e passem a agir como profissionais dignamente tratados, e que por sua vez respeitem os direitos dos animais.

É importante realçar os indicadores de bem estar animal principalmente dos equinos e asininos utilizados para atividades de tração. As cinco liberdades identificam os elementos de percepção de bem-estar pelo próprio animal e definem as condições necessárias para promover esse estado. As cinco liberdades descritas pela Fawc (2011):

1. Livre de fome e de sede - acesso a água fresca de qualidade e a uma dieta adequada às condições fisiológicas dos animais;

2. Livre de desconforto - fornecimento de um ambiente adequado que inclua um abrigo com uma zona de descanso confortável;

3. Livre de dor, ferimentos e doença - prevenção de doenças, diagnóstico rápido e tratamentos adequados;

4. Liberdade de expressar comportamento normal - fornecimento de espaço adequado, instalações adequadas e a companhia de animais da mesma espécie;

5. Livre de stress, medo e ansiedade - assegurando condições e maneio que evitem sofrimento mental.

A garantia de bem estar pode ser alcançada através de práticas de manejo adequada que viabilizem mais as condições de estresse na qual os animais de tração são submetidos. As variáveis ambientais como temperatura e umidade são consideradas

fatores estressantes que afetam o organismo por inteiro, levando o mesmo a se comportar de uma determinada maneira, e os resultados desta reação podem ser analisados através do comportamento de variáveis fisiológicas que em conjunto determinam a dimensão do estresse a qual esse animal está submetido (SILVA, 2005).

O conhecimento dos parâmetros fisiológicos como frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR) são bastante utilizados na avaliação física dos animais, pois pode sugerir o comprometimento de diversos sistemas, além de auxiliarem no diagnóstico de determinadas enfermidades. As alterações na FC, FR e TR são mecanismos utilizados pelos animais como tentativas orgânicas para sair da condição de estresse térmico na qual são submetidos (CUNNINGHAM, 2008).

A análise das células sanguíneas é denominada de hemograma, um exame subsidiário e um dos mais solicitados nas práticas clínicas, no qual é possível avaliar o sistema sanguíneo em busca de anormalidades, resposta a doenças ou até mesmo definir a presença de um distúrbio hematológico. O mesmo subdivide-se em três fases eritrograma (analise da série vermelha), leucograma (analise da série branca) e plaquetograma (analise das plaquetas) (STOCKHAM et al., 2011)

A fração sanguínea cuja composição é determinada pela bioquímica demonstra a situação metabólica do organismo animal, permitindo, desta forma, avaliar as lesões teciduais, transtornos no funcionamento de órgãos, adaptação do animal diante desafios fisiológicos e desequilíbrios metabólicos específicos (GONZÁLES, 2002). Estudos sobre o perfil hematológico e clínicos laboratoriais de equídeos utilizados para tração são escassos, visto que esses exames são realizados com maior frequência em animais de elite, raças puras, alimentados adequadamente, mantidos em condições padronizadas, submetidos a exercícios e carga de trabalho controlada (VEIGA, 2006; RIBEIRO, 2008).

Estudo realizado por Thomassian (2001) relata que a demarcação em conjunto da atividade sanguínea das seguintes enzimas creatino quinase (CK), aspartato aminotransferase (AST) e lactato desidrogenase (LDH), associado ao exame clinico são importantes ferramentas para diagnóstico de lesões no tecido muscular esquelético. Um aumento dos níveis séricos destas enzimas pode ocorrer devido a variação da permeabilidade da membrana muscular, observada em consequência do exercício físico.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

A pesquisa foi realizada no município de Patos-Paraíba. Os animais foram analisados no seu local de trabalho e os procedimentos laboratoriais foram desenvolvidos no Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário (HV) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) em Patos – PB para que a partir desse estudo fosse descrito

a construção de uma monografia para obtenção do título de medico veterinária.

O município de Patos localiza-se no polígono da seca na região centro-oeste do estado da Paraíba, mesorregião sertão paraibano, a cidade possui clima quente e úmido com chuvas de verão e outono. Na divisão do Estado da Paraíba em regiões bioclimáticas enquadra-se o município de Patos em região dos bioclimas 4aTh-Tropical quente de seca acentuada com 7 a 8 meses secos ocorrendo a oeste do município e 2b-Sub-desértico quente de tendência tropical com 9 a 11 meses secos que predomina à leste. A pluviometria média anual é de 715,3mm (Período 1911- 1985) com 78% de seu total concentrando-se em 04 meses. A vegetação é do tipo Caatinga-sertão com temperatura máxima de 35°C e mínima de 22 °C (INMET, 2016; BRASIL 2005)

O presente trabalho foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa Animal da Universidade Federal de Campina Grande - Campus Patos – PB; Nº Protocolo CEP 206/2014.

Animais

Foram utilizados 36 equídeos (equinos e asininos) que são submetidos ao estresse de tração de carroças diariamente, os mesmos pertenciam aos carroceiros que transportam entulhos, material de construção e inúmeras outras atividades na zona urbana da cidade de Patos-Paraíba (Figura1). O delineamento experimental foi dividido em dois períodos (seco e chuvoso) e duas espécies (asininos e equinos).

Figura 1: Asininos realizando transporte de cargas A: Transporte de garrafa pet; B: Transporte de sucatas, Patos-Paraíba, Brasil. Arquivo Pessoal, 2015.

ENSAIOS EXPERIMENTAIS

Parâmetros fisiológicos

Foram avaliadas as seguintes variáveis: frequência cardíaca (FC), frequência

respiratória (FR), e a temperatura retal (TR) dos animais.

A FC e FR foram mensuradas por meio da auscultação indireta das bulhas e sons cardíacos, com o auxílio de um estetoscópio flexível colocado na região torácica, contando-se o número de movimentos respiratórios e batimentos cardíacos em um minuto (FEITOSA, 2008).

Para obtenção da temperatura retal (TR) foi utilizado um termômetro clínico digital com escala de 32ºC a 43,9ºC, sendo este introduzido no reto do animal de forma que o bulbo fique em contato com a mucosa, permanecendo por um período até que emitisse um sinal sonoro, que indicava a estabilização da temperatura (FEITOSA, 2008).

O peso corporal foi mensurado através de uma fita graduada que foi passada sobre o perímetro torácico do animal, na altura da cernelha, sendo as marcações da sua escala estabelecidas em quilogramas. Para o grupo de asininos, como a fita não representa um método confiável de mensuração devido às diferenças de escore corporal quando comparados aos equinos, foi selecionado um grupo de quatro asininos provenientes do Hospital Veterinário de Patos-Paraíba no qual os mesmos foram pesados com a fita e depois na balança para que pudesse estabelecer a diferença e assim mensurar corretamente o peso para o grupo em estudo (FEITOSA, 2008).

A condição de escore corporal dos animais foi obtida através do método proposto Leigthon Hardman (1980) na qual se faz observação da deposição de gordura nas áreas palpáveis do animal como costela, processos espinhoso e garupa na qual a escala numérica varia de 0 (animais muito magro) 3 (bom) e 5 (animais obesos).

Análises laboratoriais

As amostras de sangue foram coletadas a partir das 05h00min horas da manhã com animais em repouso, por meio de punção na veia jugular com agulhas descartáveis 40 x 12, após prévia desinfecção com álcool iodado. Para as analises hematológicas foi aspirado 5 ml de sangue, posteriormente acondicionados em tubos contendo 0,05 ml de uma solução aquosa de ácido etileno diamino tetra acetato de sódio (EDTA) a 10% e mantidas refrigeradas até o momento da realização dos exames, sendo estes concluídos antes de decorridas 24 horas de conservação (LOPES, 2007).

As analises das células sanguíneas foram realizadas pelo método automático através do analisador hematológico veterinário pcoH-100IV-Diff (Figura 2), todas as amostras também foram submetidas a revisão em lâminas que foram coradas através do método do panótico rápido tipo Romanowsky (THARALL, 2007)

Figura 2: Processamento das amostras submetidas a análises hematológicas em analisador automático. Patos-Paraíba, Brasil. Arquivo Pessoal, 2015.

Para realização das análises bioquímicas foi utilizado 5 ml de sangue sem a solução de EDTA posteriormente as amostras foram centrifugação a 2.500 rotações por minuto, durante 10 minutos para obtenção do soro, em seguida o soro foi acondicionado em tubos de eppendorf e mantido refrigerados a -20 ºC . As provas das enzimas foram efetuadas por meio de processo cinético, em analisador semiautomático BIOCLIN SYSTEMS II, com kits comerciais das enzimas, AST, γ-GT, CK, LDH, Bilirrubina total, Uréia, Creatinina, Proteínas plasmáticas, albumina e globulinas (THARALL, 2007).

Análise estatística

Para as variáveis, frequência cardíaca, frequência respiratória e temperatura retal foram aplicado o teste de Tukey a fim de se determinar qualquer diferenças entre os tratamentos, visto que para este experimento as amostras respeitaram o delineamento 2x2 dois períodos (seco e chuvoso) e duas espécies (asininos e equinos) (SILVA, 2014).

Para as amostras referentes às analises hematológicas, bioquímicas, peso e escore corporal os dados foram submetidos a análise de variância através da estatística descritiva utilizando a ferramenta do software ASSISTAT 7.7(SILVA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores correspondentes à frequência cardíaca (FC), respiratória (FR) e temperatura retal (TR) dos equinos e asininos estão representados na (Tabela 1). A FC, FR e TR não apresentaram diferenças significativas para ($P \leq 0,05$), enquanto que quando analisado a TR houve interação da época e espécie (Tabela 1 e 2).

Fonte Variação	GL	Quadrado Médio		
		FC	FR	TR
Época (E)	1	35,20444 NS	36,00000 NS	0,38028 NS
Espécie (ES)	1	82,20444 NS	36,00000 NS	0,00250 NS
Interação (E x ES)	1	57,76000 NS	196,00000 NS	0,00028 *
Resíduo	32	60	114	0.9363
CV (%)		19,62	44,30	2,61

*significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01 ≤ p <0,05)

NS: não significativo (p ≤ 0.05)

Tabela 1: Análise de variância da Frequência Cardíaca (FC); Frequência Respiratória (FR); Temperatura Retal (TR) de equinos e asininos de tração. Patos-Paraíba, Brasil.

Época	Espécie	
	Asinino	Equino
Chuvosa	36,9Aa	36,9 Aa
Seco	37,1 Aa	37,1 Aa

Letras maiúsculas nas linhas, e letras minúsculas nas coluna . Médias seguidas da mesma letra não difere entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Tabela 2: Médias de interação da temperatura retal para asininos e equinos de tração nas duas épocas distintas. Patos-Paraíba, Brasil.

De acordo com a Tabela 1, os resultados das análises estatísticas de interação da frequência cardíaca e respiratória não apresentaram diferenças significativas, considerando o efeito da época ano, o que implica dizer que os animais submetidos ao estresse da tração no município de Patos não apresentaram indícios de estresse térmico, visto que como citado por Crabble (1998) e Paludo (2002), os principais sinais de estresse térmico em equinos cursa com o aumento da frequência respiratória e cardíaca, entretanto se fazem necessários mais estudos considerando variáveis mais aprofundadas como índice de temperatura de globo negro, umidade relativa do ar e a variação das frequências dos animais na sombra e no sol.

Os valores para variáveis, frequência cardíaca e frequência respiratória encontram-se dentro do intervalo de referência proposto por Thomassian (2005) e Cunnigham (2008) que cita FC 34-44 bpm e FR 8-16 mpm em equídeos, além de estarem corroborando com estudo de Paludo (2002) que observou as médias de frequência cardíaca e respiratória em cavalos mestiço exposto à sombra e em repouso utilizados para atividade de estresse como a tração no exército brasileiro respectivamente 39,47 ± 8,60 e 22,97 ± 16,53.

Analisando os dados da Tabela 1 verificou-se que houve interação da época x espécie para variável temperatura retal dos animais em estudo. Na Tabela 2 verificou-se que a média da temperatura retal nos dois grupos asininos e equinos difere estatisticamente entre si, o que implica em dizer que os animais expostos ao estresse da tração em épocas mais quentes tiveram que mobilizar mais calor para desenvolver suas atividades metabólicas,

reafirmando desta forma pesquisa realizadas por Bond (1967) na qual o autor verificou que durante períodos de estresse um animal no sol está exposto a uma carga radiante maior de que a sua produção de calor metabólica, influenciando na elevação da TR.

Para variável peso e escore corporal a médias e o desvio padrão, para o grupo de asininos e equinos, no período seco e chuvoso estão representadas na Tabela 3. Enquanto que os valores em porcentagem para condição de escore corporal está descrito no gráfico 1.

De acordo com estudo observado para variáveis peso e escore corporal verificou que tanto no grupo de asininos como no de equinos os animais apresentaram médias superiores no período chuvoso, haja vista que decorrência das chuvas aumenta a quantidade alimentos (gramíneas, capim, milho) bem como o acesso desses animais aos mesmos.

Os animais de tração do município de Patos-Paraíba, Brasil apresentam média de peso inferior aos animais avaliados por Rezende (2013) que estudou equinos utilizados para atividade de tração no município de Aquidauana - MS onde os mesmo apresentam peso (360,39±19,71 Kg) e a de Oliveira et al. (2009) verificaram nos equinos de tração da cidade de Pelotas peso médio de 321 kg essa variação no peso pode ser justificada pelo fato de que a origem e porte dos animais de tração dessas regiões diferem do porte do cavalo e jumento nordestinos visto que os mesmo originaram-se de cruzamentos com raças de porte médio.

Quanto à condição escore corporal 47% dos animais utilizados para tração em Patos-Paraíba, Brasil encontraram-se dentro da escala 3 que corresponde aos animais magros, conforme representado no gráfico 1., essa análise torna-se importante pois a condição nutricional dos animais reflete no bom desempenho e função vital do organismo. Lewis (2000) reporta que equinos de carroças possuem deficiências nutricionais que podem gerar atraso no crescimento, associado a um péssimo estado geral do animal.

Essa classificação da condição de corporal abaixo do adequado demostrando condição de subnutrição (Figura 3) da maior parte dos animais em estudos concorda com estudo Reichmann (2003) que verificou que a maioria dos equídeos utilizados para tração demonstra certo grau de subnutrição, com escore corporal abaixo do recomendado, principalmente para animais dos quais se exige um trabalho diário e muitas vezes intenso.

ESPÉCIES	**PESO**		**ESCORE**	
	Seco	**Chuvoso**	**Seco**	**Chuvoso**
Asininos	133,3	145,6	3,5	3,8
Equinos	285,5	324,2	3,8	4,2

Tabela 3: Peso dos grupos de animais de tração em estudos nos dois períodos distintos. Patos-Paraíba, Brasil.

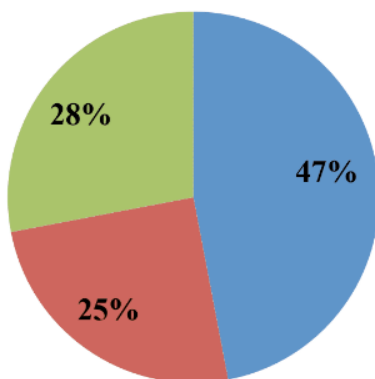



Gráfico 1: Classificação em grau % para população de asininos e equinos de tração quanto à escala de ECC, de Leigthon Hardman. Patos-Paraíba, Brasil.

Figura 3: Equinos utilizados para atividade de tração apresentando condição de escore corporal magro, evidenciando um quadro de subnutrição. Patos-Paraíba, Brasil. Arquivo pessoal, 2015.

Os valores do eritrograma e leucograma dos asininos e equinos nos dois períodos estão representados nas Tabelas 4, 5, 6 e 7.

Espécie	Épocas	RBC (x106/ Ul)	HGB (g/dl)	HCT (%)	VCM (fl)	HCM (%)	CHCM (%)
Asininos	Inverno	6	12,05	33,5	52	19	36
		(4.51 - 6.48)	(10,2-14.5)	(28,6-37)	(41.9 -60)	(15,8-20,4)	(33,1-39,2)
		±0.8	±1,23	±3,13	±6,16	±1,50	±1,89
	Verão	12	11,01	30.84	56,74	20,21	35,66
		(10.2- 14.5)	(8,7- 13,3)	(24,8-36,5)	(55-59,5)	(19,1- 21)	(34,6- 36,7)
		±1,23	±1,45	±3,8	±1,39	±0,69	±0,67
Intervalo referência		4,7-9	9,5-16,5	28-47	46-67	16-23	32-16

Tabela 4: Eritrograma de asininos de usados para atividades de tração no munícipio de Patos-Paraíba, Brasil.

Espécie	Épocas	RBC (x106/Ul)	HGB (g/dl)	HCT (%)	VCM (fl)	HCM (%)	CHCM (%)
Equinos	Inverno	7,13	11,88	31.02	44	16,75	38
		(5,98-8,63)	(10,7-13,8)	(27-36)	(37,1-45,3)	(13,7-17,9)	(36,9-39.6)
		± 0.80	± 0.98	±2,76	± 2,55	±1,21	±0,75
	Verão	7	11,28	30.08	45	19	35,26
		(5,28 -7,69)	(9,1- 13)	(23,9-34,9)	(38-49)	(14- 38,2)	(17,6-39,8)
		±0,77	±1,4	±4.10	±3,37	±1.500	±6,81
Intervalo referência		6,0-11,3	10,6-18,9	34-49	38-49	15-19	37-40

Tabela 5: Eritrograma de equinos utilizados para atividades de tração no município de Patos-Paraíba, Brasil.

Espécie	Épocas	Leucócitos (/Ul)	Neutrófilo (Ul)	Eosinófilo (/ul)	Basófilo (ul)	Monócito	Linfócitos	´Plaquetas
Asininos	Inverno	10.156	4883,11	862,22	102	352,77	3.955	64560
		(6400-16000)	(2349-9120)	(256-1875)	(0-480)	(64-804)	(2175-5896)	(113-349x10³)
		±2965,6	±2095,53	±497,26	±91,79	± 290,22	±1245,29	±226333,33
	Verão	8.289	4815,22	741,66	88	293	2351,44	315000
		(6200-13700)	(3534-7946)	(154-1918)	(0-231)	(70-498)	(1494-3425)	(171-502x10³)
		2151,42	±1294,62	±560,45	±91,79	±134,73	±537,86	±98559,63
Intervalo referência		5,4-17	2,2-10,1	0-179	0-90	70-120	1,1-7,4	160-584

Tabela 6: Leucograma de asininos utilizados para tração no município de Patos-Paraíba, Brasil.

Espécie	Épocas	Leucócitos (/Ul)	Neutrófilo (Ul)	Eosinófilo (/ul)	Basófilo (ul)	Monócito	Linfócitos	´Plaquetas
Equinos	Inverno	10855,55	5904,66	31.02	85	684	4046,22	149.778
		(8200-14600)	(3652-8760)	27-36	(0- 424)	(82-4320)	(1968-5805)	(310-232x10³)
		± 2002,56	± 1463,28	±2,76	± 138,68	± 1374,2	±1217.37	±60105,69
	Verão	8.356	4804,77	371,55	53	152,44	2551.50	215111,11
		(5900-10000)	(4030- 6000)	(0-1045)	(0-162)	(0-552)	(1357-4794)	(132-330x10³)
		±1400,09	±798,06	±372,25	±66,27	±192,7	±1655,48	±59355,8

Intervalo referência	5,3-13,7	2,7-9,6	60-58	10 -160	130-590	1100 -5,700	46-194

Tabela 7: Leucograma de equinos utilizados para tração no município de Patos-Paraíba, Brasil.

Observando os valores de hemácias, hemoglobina, hematócrito e índices hematimétricos (VCM, HCM e CHCM) pode-se concluir que o grupo de asininos e equinos em estudo manteve-se dentro do intervalo de referência proposto por SCHALMS (2010), nas duas épocas estudadas, descartando a possibilidade de anemias patológicas ou por deficiência nutricional.

Entretanto, ao analisar os valores individualmente é possível verificar no grupo dos equinos quando observado o maior e menor valor existe um grupo de animais correspondente a 22% (4) com tendências ao limite inferior à referência proposta classificando-se dentro do quadro de anemia normocítica normocrômicas, a mesma é evidenciada na revisão de lâmina onde se observou anisocitose e hipocrômia nas hemácias (figura 4).

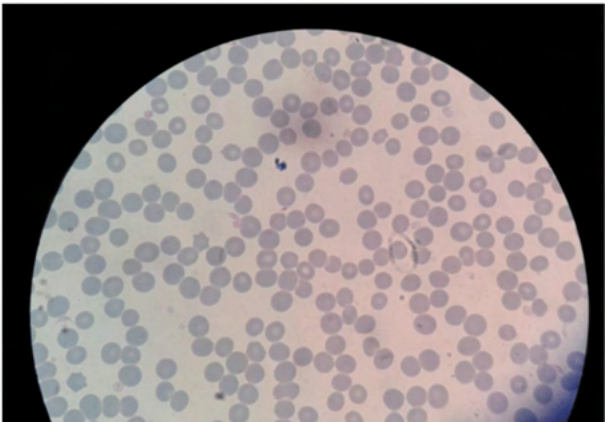



Figura 4: Lâmina apresentando hemácias de equino de tração com acentuada anisocitose e moderada hipocrômia. Patos-Paraíba, Brasil.

Tais achados corroboram com LHAMAS (2013) que verificou perfil hematológico de equinos de tração parasitados em Uruguaiana. Ademais, LOPES (2010) encontrou índices abaixo do limite proposto em pesquisa com animais também submetidos à tração no município de imperatriz, Maranhão.

Quanto ao leucograma, os valores para leucócitos, neutrófilos, basófilos, monócitos, linfócitos estavam dentro do intervalo de referência proposto por Schalm's (2010), no entanto, os eosinófilos apresentaram-se aumentados para espécie asinina nas duas estações climáticas distintas. De acordo Stockham, et. al (2011), o aumento no número de eosinófilos denomina-se de eosinofilia está associado a reações de hipersensibilidade, lesões de mucosas (pele, gastrointestinal,) e migração de parasitos. Já que os equídeos

de tração em estudo são animais exposto ao uso chicotes, ao peso da carroça, podendo ocasionar as mais diversas lesões de pele e não recebem um controle de vermifugação adequados, ficando sujeito a parasitas justifica tal alteração celular (Figura 4).

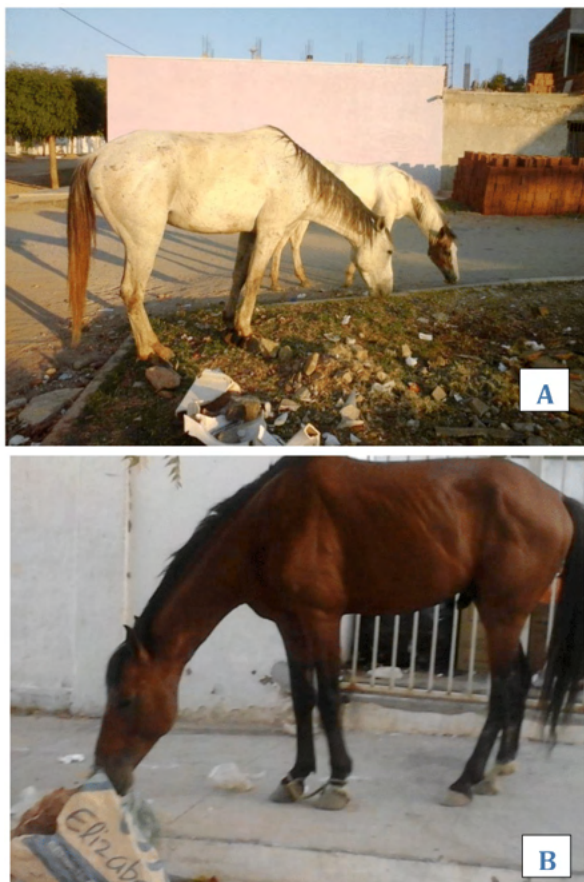



Figura 5. A: Equino alimentando-se em lugares com presença de lixo e solto nas ruas de Patos B: Equino utilizado para tração no município Patos-Paraíba apresentando uma condição de subnutrição evidenciada pela condição de escore corporal e alimentando de lixo. Patos-Paraíba. Arquivo Pessoal, 2015.

As análises bioquímicas para equinos e asininos estão descritas nas Tabelas 8 e 9.

Espécie	Épocas	AST	CK	LDH	GGT	BT
Asininos	Inverno	189,28 (112,2-269,2) ±57,267	419,9 (226,8- 685) ±154,62	566,93 (449.3-790) ±113,81	49 (30,4-82,7) ±16,62	0 (0,04-0,69) ±0,18
	Verão	181 (104,5-393,5) 90,05	507.61 (253,7-1093,4) 281,96	479.24 (258,3-746,7) 139.53	64,86 (32,8-113,4) 22,22	0 (0,04-0,48) 0,145
Intervalo de referência		226-366	42,4-23,4	162-412	4,3-13,4	1-3

Espécie	Épocas	Creatinina	Uréia	PPT	Albumina	Globulina
Asininos	Inverno	1,26 (0,93-1,86) ±0,32	48,88 (26,1-81,1) ±17,42	16 (14,8-20,5) ±1,72	2 (0,28 -4,05) ±1,09	14 (11,2-18,58) ±2,25
	Verão	1,37 (1,1-1,76) ±0,23	41,34 (29,3-64,3) ±10,27	15,4 (12,9-16,8) ±1,13	2,29 (1,13-3,19) ±0,62	13 (10,61-14,61) ±1,08
Intervalo de referência		1,2--1,9	3,57-8,57	52-79	2,6-3,7	2,62-4,0

Tabela 8: Analise bioquímica de asininos utilizados para tração em Patos-Paraíba, Brasil.

Espécie	Épocas	AST	CK	LDH	GGT	BT
Equinos	Inverno	181,66 (128,3-267,3) ±46,04	525,54 (268-955,1) ±208,87	677,85 (437,7 -902,8) ±167,82	13 (7,9-21,8) ±4,59	0,47 (0,17- 0,82) ±0,21
	Verão	147 (107,5-203,4) ±33,27	377,82 (213,2-6355) ±130,28	430,21 (277,7-580,9) ±96,26	12 (7,8 -19,5) ±3,84	1 (0-1,44) ±0,48
Intervalo de referência		226-366	42,4-23,4	162-412	4,3-13,4	1-3

Espécie	Épocas	Creatinina	Uréia	PPT	Albumina	Globulina
Equinos	Inverno	1,33 (0,93-2,51) ±0,46	54,87 (34,5-78,3) ±15,33	16,1 (14,5-17,2) ±0,85	2 (0,99-3.08) ±0,71	13,69 12,39-15,41 ±0,98
	Verão	1,24 (1,02-1,67) ±0,2	43,55 (26,6-49.5) ±7,93	16 (15-17,5) ±15,9	2,52 (1,42-3,79) ±0,72	13,45 (12,21-16,08) ±1,22
Intervalo de referência		1,2--1,9	3,57-8,57	52-79	2,6-3,7	2,62-4,0

Tabela 9: Analise bioquímica de equinos utilizados para tração em Patos-Paraíba, Brasil.

Quando analisados os valores para GGT, observou-se que para o grupo de asininos a mesma apresentou acima do intervalo proposto nas duas épocas distintas, já para equinos apenas 16,7(3). O aumento da GGT está associado à lesão hepática, o fato desses animais de tração serem submetidos a uma alimentação precária, soltos pelas ruas, e nas

proximidades de suas residências, muitos deles são colocados em locais de baixo para alimentarem-se durante a noite, os mesmo ficam exposto a ingestão substâncias tóxicas como é o caso de plantas que podem ocasionar lesão hepática, a exemplo *Crotalaria retusa,* bastante comum no semiárido Paraibano.(NOBRE et al. 2004). Outros fatores também pode estar associado o aumento dessa enzima como inflamação, neoplasia e traumatismo mecânicos (THARALL, 2006).

Os marcadores de lesão muscular CK E LDH 100% dos animais em estudos apresentaram-se fora do intervalo de referencia proposto por Kaneko (1997) nos dois grupos (asininos e equinos) e nas duas épocas distintas. Representando dessa forma que os equídeos submetidos ao estresse da tração apresentam lesões musculares ativas e persistentes. Em estudos realizados por Duncan et al., (1993) relataram que a CK encontra-se elevada comumente associadas à miopatias por esforço e manifestações de moléstias sistêmicas, sendo considerada um indicador altamente sensível e específico de lesões muscular, uma vez que, as principais fontes dessa enzima são as fibras musculares. Enquanto que a LDH pode ser encontrada em rabdomiólise de esforço, miodegeneração nutricional (deficiência de vitamina E e selênio).

Alterações nessas enzimas musculares corroboram com trabalho desenvolvido por Aquino et al (2015) que estudaram o perfil biométrico dos equinos de tração no município de Patos-PB, e verificaram que os animais submetidos ao esforço da tração, trabalham com cargas acima da sua capacidade, forçando cada vez mais o sistema locomotor estando sujeito a miopatias, e rabdomiólises dentre outras alterações musculares.

Quanto à ureia e creatinina, verificou-se as médias para as duas espécies permaneceram dentro do intervalo de referencia proposto, no entanto, quando se observa a PPT, verificou-se que nos dois grupos houve aumento significativo desse marcador. No estudo em questão essa alteração está associada ao exercício intenso no qual são submetidos esses animais concordando assim com o relato de Tharall, (2006)

CONCLUSÃO

Nas condições de realização do presente estudo e, com base nos resultados obtidos, concluímos que os animais utilizados para atividade de tração no município de Patos-Paraíba apresentam variações fisiológicas, hematológicas e bioquímicas capazes de enfatizar que o trabalho de tração em condições inapropriadas e acima da capacidade os animais podem suportar acarretam uma serie de variações no seu organismo que podem a vir comprometer suas atividades físicas futuras por não estarem em condições fisiológicas e de bem estar adequada.

Nesse contexto surge a necessidade de mais estudos que verifiquem alterações sofridas por estes animais em horários de trabalho intenso, e a interação da universidade, com órgãos públicos a fim de buscar alternativas que viabilizem o trabalho destes animais,

que forneçam condições adequadas para que a espécie possa desenvolver de forma coerente com sua capacidade de tração que lhe é oferecido.

REFERÊNCIAS

AQUINO, S.S; MORAIS, D.A., PAIVA M. et al., Biometria dos equídeos de tração no município de Patos/ Paraíba-Brasil. **42º Congresso Bras. de Medicina Veterinária e 1º Congresso Sul-Brasileiro da ANCLIVEPA** .2015 - Curitiba – PR.

BOWLING, A.T.; RUNVINSKY, A.Genetic aspects of domestication breeds and their origins. In the GENETICS OF THE HORSE. Edited By A.T. **CABI publisshing**, 527p, 2000.

CRABLLE, B. Killer heat. **Horse & Rider, Surrey**, v. 37, n.8, p.56-60. 1998.

CUNNINGHAM, J. G., BRADLEY, G.K. Tratado de fisiologia veterinária. **Rio de janeiro: Guanabara Koogan, 2008** p. 507-514**.**

FELDMAN, B.F.; ZINKI, J.G.; JAIN, N.C.; Schalm's Veterinary Hematology, 4. Edição, Lippincott Williams & Wilkins, 2000, 1344p.

FOREMAN, J.H.; FERLAZZO, A. Physiological responses to stress in the horse. **Pfrdeheilkund**, v. 12, p. 401-404, 1996

GONZALES, F.H.D; SILVA, **S.C.** Introdução a Bioquímica Clinica Veterinária**.** 2ª ed. **Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. 358p.**

KAARI, P. A exploração de eqüídeos por carroceiros no Distrito Federal**:** direito, diagnóstico e educação ambiental. 2006. 109 f. Trabalho de conclusão de curso (Especialização) – **Centro de Desenvolvimento Sustentável e Direito Ambiental**, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

KHALIL, L.M.L. **Cavalos de tração.** In: Instituto Metropolitano de Proteção Animal – IMEPA.Disponível em: <www.imepa.org.br/cavalos.html>. Acesso em: 28 jul. 2006

LHAMAS, C. L. Estudo comparativo dos parâmetros hematológicos e de líquido peritoneal em cavalos de tração naturalmente parasitados e após utilização de anti-helmíntico. **Dissertação de Mestrado Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Universidade Federal do Pampa, 2013.**

LEIGTHON HARDMAN, A.C. **Equine Nutrition**. London: Pelham Books, 1980,p. 09-17.

LEWIS, L.D. Nutrição clínica equina: alimentação e cuidados. 1 ed. **São Paulo: Roca**, 2000. 710p.

LIMA, R.A S.; SHIROTA, R.; BARROS, G.S.A.C. . Estudo Complexo do Agronegócio Cavalo **CEPEA/ ESALQ/USP**. Piracicaba, Junho, 2006.

LOPES, S. T. A; BIONDO, A.W; SANTOS, A.P**.** Manual de Patologia Clinica Veterinária - **3. ed. – Santa Maria: UFSM/**Departamento de Clínica de Pequenos Animais, 2007. p. 107**.**

LOPES COSTA, J. F.; D’OLIVEIRA-SOUSA; DANTAS, M. DE O et al.; Estudo do quadro eritrocitário de cavalos de carroça existentes na cidade de imperatriz – MA**, UEMA, PIBIC, 2010.**

MARANHAO, R.P.A.; REZENDE, H.H.C; PALHARES, M.S., Afecções mais frequentes do aparelho locomotor dos equídeos de tração no município de Belo Horizonte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, vol.58, n.1, p.21-27, Fev 2006. Artigo disponível na base de dados SCIELO, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo. Acesso em: 7 jun. 2006.

NOBRE, V. M. T.; RIET- CORREA, F.; DANTAS, A. F. M. et al. Intoxicação por Crotralária retusa (Fabaceae) em Equídeos no semi-árido da Paraíba**. Pesquisa Veterinária. Brasileira,** jul.-set. 2004**.**

OLIVEIRA, D.P.; FEIJÓ, L.; COSTA, G.G.; MATINS, C.F.; NOGUEIRA, C.E.W. Principais alterações clínicas encontradas no cavalo de carroça de Pelotas-RS, relacionadas com o perfil das famílias de carroceiros. In: XIX CIC XII ENPOS II Amostra Cientifica, 2009, Pelotas-RS. **Anais...** do XIX CIC XII ENPOS II Amostra Cientifica Pelotas. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2009. v.19 p.1-5.

PALUDO, G.R; MANUS, M.; MELO,R.Q.; et al. Efeito do Estresse Térmico e do Exercício sobre Parâmetros Fisiológicos de Cavalos do Exército Brasileiro **R. Bras. Zootec.,** v.31, n.3, p.1130-1142, 2002.

REECE, W.O; Fisiologia de Animais Domésticos. **1 ed. São Paulo; Roca, 2006**.

REICHMANN, P. Projeto Carroceiro V – assistência médico veterinária aos carroceiros e seus animais de tração da região de Londrina – PR. **Revista Eletrônica Estação** – Pró-reitoria de Extensão da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, n. 2, set. 2003. Disponível <http://www.proex.uel.br/.> Acesso em: 6 jun. 2006.

REZENDE, H.H.C. Impacto ambiental, perfil socioeconômico e migração dos carroceiros em Belo Horizonte do setor formal para o informal no período de 1998 a 2003. **Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, DF.**

REZENDE, M.P.; RAMIRES, G.G; SOUZA, J.C. Equinos utilizados para tração de carroças em Aquidauana (MS) estão aptos para tal finalidade? **- Dourados**, v.6, n.22, p.505-513, 2013

RIBEIRO, C. R; FAGLIARI, J. J; GALERA, P. D; OLIVEIRA, A. R**.** Hematological profile of healthy Pantaneiro horses. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n.2, p. 492-495, abr. 2008.

SILVA, F.A.S. ASSISTAT: Versão 7.7 beta. DEAG-CTRN-UFCG – Atualizado em 01 de abril de 2014. Disponível em: Acessado em: 20 de maio de 2014.

SILVA, C. O. G; NOBRE, V. M. T.; MELO, L. F. et.al, Projeto Carroceiro da UFCG: conscientização e valorização social**.** IN 40º Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária 2013 Salvador – **Anais... 2013, Salvador- BA : 2013 p. 605, 2013**. Disponível em: http://www.sbmv.org.br/docs/anais_conbravet_2013.pdf.Acessado: 12/05/14

SILVA, R.G. Zoneamento bioclimático para animais de interesse zootécnico. **In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia,** 42., 2005, Goiânia, Anais...Goiânia: SBZ, 2005. v.1, p.388-394.

SMITH, B. P. **Tratado de Medicina Interna de Grandes Animais**. 1 ed. V.1 e V.2. São Paulo. Manole, 1993, 1738p.

STOCKHAM, S.L. Fundamentos de Patologia Clinica Veterinária. 2. Ed, Rio Janeiro; **Guanabara Koogan**, 2011.

THARALL, M.A.; BAKER, D.C.; CAMPBELL, T.W. et al. Hematologia e Bioquímica Clinica Veterinária.**1° Ed. São Paulo: Roca, 2007**.

THOMASSIAN, A.: Enfermidades dos Equinos**: 4.ed. São Paulo:Roca, 2005.**

VEIGA, A. P. M.; LOPES, S. T. A.; FRANCISCATO, C.; OLIVEIRA, L. S. et al Valores hematológicos, proteínas plasmáticas totais e fibrinogênio do cavalo crioulo – suas variações em relação ao sexo, idade e manejo**. Acta Scientiae Veterinariae**, **v. 34, n. 3, p. 275-279, 2006.** Disponível em: <http://coralx.ufsm.br/ppgmv/angela.pdf>.Acessado 24/05/14.

WEISS, D. J.; WARDROP, K. J. **Schalm's Veterinary Hematology**. 6th ed. Ames: Wiley-Blackwell, 2010. 1206 p.

CAPÍTULO 16

DESCRIÇÃO ANATÔMICA DO OSSO HIOIDE E LÍNGUA DE CERVOS DO GÊNERO *MAZAMA*

Data de aceite: 01/12/2021
Data de submissão: 06/09/2021

Rodrigo Antonio Martins de Souza
Universidade Estadual do Centro-Oeste
Guarapuava- Paraná
http://lattes.cnpq.br/8542263231718985

Larissa Rossato Oliveira
Universidade Estadual do Centro-Oeste
Guarapuava- Paraná
http://lattes.cnpq.br/0931382173600623

Fernanda Gabriele Almeida
Universidade Estadual do Centro-Oeste
Guarapuava- Paraná
http://lattes.cnpq.br/0011355110044861

Paola dos Santos Barbosa
Universidade Estadual do Centro-Oeste
Guarapuava- Paraná
http://lattes.cnpq.br/1694996175881691

Fabiana Gomes Ferreira Alves
Universidade Estadual do Centro-Oeste
Guarapuava- Paraná
http://lattes.cnpq.br/8479320118731965

Tainá Pacheco de Souza
Universidade Estadual do Centro-Oeste
Guarapuava- Paraná
http://lattes.cnpq.br/4491153485067429

Gabriela Mariano da Silva
Universidade Estadual do Centro-Oeste
Guarapuava- Paraná
http://lattes.cnpq.br/6766608224044346

Murilo Viomar
Universidade Estadual do Centro-Oeste
Guarapuava- Paraná
http://lattes.cnpq.br/2546956484170610

RESUMO: O objetivo deste resumo foi descrever a morfologia e os aspectos anatômicos da língua e do osso hioide de animais do gênero *Mazama*, que está dentre os cervídeos de maior importância para a fauna brasileira. Foram utilizadas peças anatômicas de dez indivíduos de diferentes faixas etárias, provindos do LANAVET, as quais foram estudadas quanto aos seus aspectos físicos e anatômicos. Foram analisadas as papilas linguais e a inserção da língua no hioide, e as características anatômicas deste osso que se assemelha a outros ruminantes.
PALAVRAS-CHAVE: Veado, *Mazama*, papila lingual, ruminantes.

ANATOMICAL DESCRIPTION OF THE HYOID BONE AND TONGUE OF DEER OF THE GENUS *MAZAMA*

ABSTRACT: The aim of this abstract was to describe the morphology and anatomical aspects of the tongue and hyoid bone of animals of the genus *Mazama*, which is among the most important deer for the Brazilian fauna. Anatomical parts of ten individuals of different age groups, coming from LANAVET, were studied by their physical and anatomical aspects. Among them, the analisis of the lingual papillae and the insertion of the tongue in the hyoid was made, and the anatomical characteristics of this bone resembles other ruminants.

KEYWORDS: Deer, *Mazama*, tongue papillae, ruminants.

1 I INTRODUÇÃO

Dentre as oito espécies de cervídeos encontradas no Brasil, cinco são do gênero *Mazama* (DUARTE, 1996). Este gênero é notório por sua função ecológica, pois tem influência substancial na regulação de sementes, contribuindo assim de forma direta no desenvolvimento e regeneração das florestas, além de serem presas de grandes carnívoros do ambiente em que se encontram (BLACK-DÉCIMA *et al.*, 2010).

O estudo descritivo de estruturas anatômicas de espécies selvagens, como os cervos do gênero *Mazama*, tem como objetivo o entendimento sobre determinadas espécies, fornecendo também informações a respeito dos seus padrões alimentares, no qual deve ser considerado a morfologia e o grau de queratinização da língua. Segundo Iwasaki (2002), estes aspectos estão diretamente relacionados ao seu hábito alimentar e as adaptações desta espécie. Estas características se diferenciam em comparação a espécies domésticas de ruminantes, visto que ambos são herbívoros porém possuem hábitos alimentares distintos.

O osso hioide tem como função a sustentação de tecidos moles como a língua. O seu desenvolvimento ocorre a partir de tecidos conjuntivos individuais que sofrem o processo de ossificação, se unindo e formando junções do tipo de sincondroses (KONIG; LIEBICH, 2011). Os autores ainda descrevem que este osso está localizado na face medial do ramo da mandíbula, na base da língua, e tem a função de sustentar a língua e a laringe, onde possui suas divisões. Uma das porções deste osso se conecta com o temporal, causando sustentação dessas estruturas moles. O basi-hioide é o único osso ímpar que compõe o hioide, e está posicionado na base da língua, onde sua margem rostral possui o processo lingual, o qual é mais curto nos ruminantes (KONIG; LIEBICH, 2011). Outro osso componente do hioide é o tireo-hioide, o qual é um osso par que se localiza caudal ao basi-hioide, onde se fundem em ambos os lados em ruminantes de idade avançada (SISSON; GROSSMAN, 1986).

Nestes animais, a articulação do hioide se localiza no processo estiloide do osso temporal, e o corpo deste osso é formado por três partes: o tímpano-hióide, estilo-hioide e epi-hioide. O tímpano-hioide é uma estrutura cartilaginosa que se funde ao osso temporal. O estilo-hioide possui uma conformação mais arredondada e achatada lateralmente, são mais largos nas extremidades onde possui um ângulo estiloide bem ressaltado nos ruminantes, e o epi-hioide se encontra entre o estilo-hioide e o cerato-hioide, sendo que o epi-hioide possui um tamanho parecido com o cerato-hioide nessa espécie (KONIG; LIEBICH, 2011).

A língua é formada por musculatura esquelética, e ocupa a maior porção da cavidade bucal, sendo assim responsável pela captação de água e alimentos, manipulação e deglutição dos mesmos, além de possuir receptores de paladar, dor e temperatura.

Este órgão apresenta três divisões: ápice, corpo e raiz. Nos cervos e ruminantes, a parte caudal do toro da língua dá origem a uma proeminência definida pela fossa transversa. É possível encontrar papilas na extensão da mucosa da língua, as quais conferem um aspecto áspero à superfície lingual. Nos ruminantes auxiliam na alimentação mais fibrosa e estão concentradas na face dorsal e direcionadas ao ápice, que são divididas e definidas de acordo com sua função, podendo ser descritas como mecânicas ou gustativas (DYCE *et al.*, 2010).

2 I MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisadas línguas e hioides disponibilizados pelo Laboratório de Anatomia Veterinária da UNICENTRO-PR (LANAVET) de cervos do gênero *Mazama* encaminhados pelo Batalhão de Polícia Ambiental – Força Verde e pelo Serviço de Atendimento à Animais Selvagens – SAAS, da Universidade Estadual do Centro-oeste – UNICENTRO-PR.

Para o preparo destas peças foram utilizados instrumentos pérfuro-cortantes como bisturis e facas para seccionar as estruturas adjacentes da região atlanto-occipital, de modo que fosse possível separar a cabeça do corpo. Em seguida foram realizadas incisões no plano mediano, com início no osso frontal e ao decorrer da secção contornaram-se os olhos e aurículas, para o posterior rebatimento da pele e o subcutâneo do animal.

Após a exibição do tecido muscular, foram realizadas incisões mais profundas de modo que os ossos do crânio, mandíbula e a articulação temporomandibular fossem expostos. Na face medial do corpo mandibular foram desinseridos músculos, como o músculo milohióideo, para favorecer a retirada da língua pelo espaço entre as mandíbulas que existe ventralmente. Ainda com o uso de materiais pérfuro-cortantes, foram retirados os músculos da região da articulação temporomandibular para a separação da mandíbula com o crânio. Em seguida, estruturas da laringe e traqueia foram seccionadas para que houvesse a separação entre a língua e a mandíbula do animal. O osso hioide foi isolado do osso temporal e também sua musculatura intrínseca foi retirada para posteriormente isolá-lo.

Os hioides foram imersos em água fervente para a camada de tecidos moles desprender-se do osso. Os ossos foram submetidos ao peróxido de hidrogênio (H_2O_2) de 100 volumes, na quantidade de 100mL por peça aproximadamente, durante 24 horas. O tecido restante foi retirado com pinças, e os ossos foram expostos ao sol após a submissão do peróxido de hidrogênio a fim de apresentarem um aspecto mais esbranquiçado.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

O hioide dos cervos muito se assemelha ao de bovinos em diversos aspectos, dentre eles o ângulo estiloide que é próximo a esta morfologia se comparado dentre as espécies, além do processo lingual pouco proeminente. O epi-hioide em ambos os animais

se apresenta curto (Figura 1).

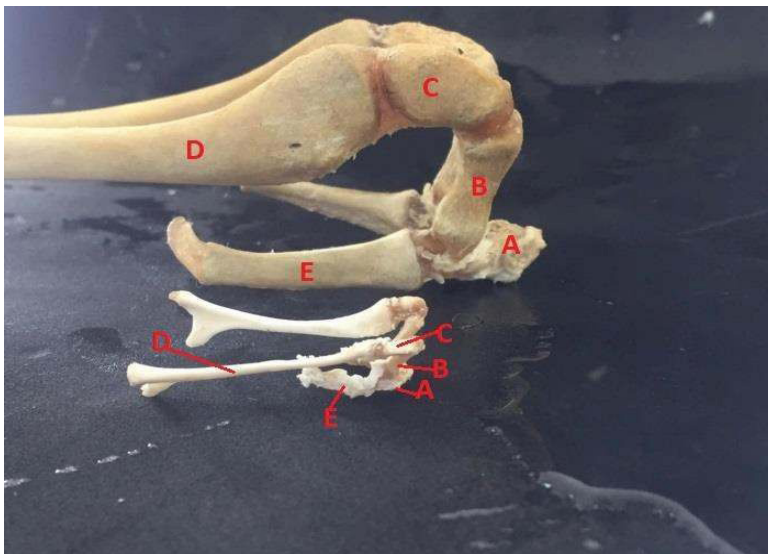



Figura 1 – Hioide de bovino (ao fundo) e de *Mazama*. As letras identificam as porções do osso hioide, sendo ABasi-hioide, B- Cerato-hoide, C- Epi-hioide, D- Estilo-hioide, E- Tiro-hioide.

A língua dos cervos possui papilas valadas distribuídas na porção mais caudal na língua, lateralmente, próxima a base, e estão dispostas enfileiradas. As filiformes estão dispostas em toda a superfície lingual, e conferem o aspecto mais áspero da língua. As papilas fungiformes estão distribuídas, a maioria, no ápice da língua, e esta estrutura é mais afilada em comparação a outros ruminantes como podemos ver na figura 2.

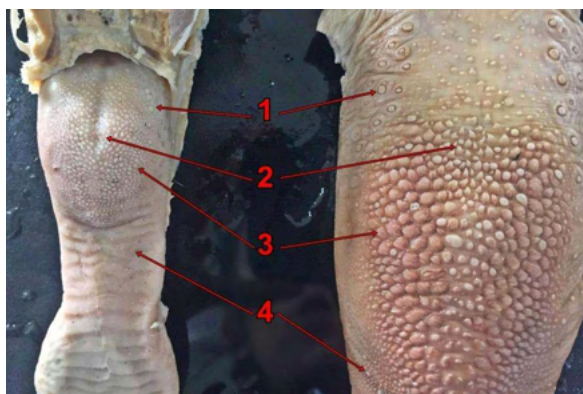



Figura 2 – Língua a esquerda de um cervo, e língua a direita de um bovino. A numeração indica as papilas encontradas. 1- Papilas valadas; 2- Papilas cônicas; 3- Papilas lentiformes; 4- Papilas fungiformes. Pode-se observar que o toro de cervos é menos escavado que o de bovinos.

O ápice da língua apresenta um aspecto com maior largura comparado ao toro lingual (Figura 3). As papilas cônicas são menos proeminentes e menores do que em bovinos, e as lentiformes ocupam a maior parte do toro lingual (Figura 2).

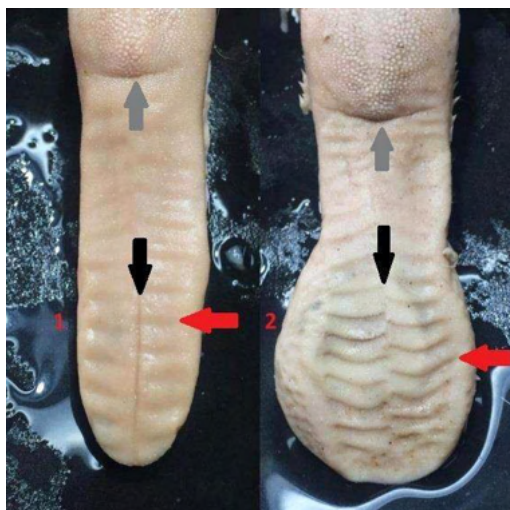



Figura 3 – Línguas de cervos do gênero *Mazama*. Língua 2 apresenta-se com rugas linguais mais destacadas (indicada em ambas as línguas pelas setas vermelhas), o sulco mediano não tão evidente (indicadas em ambas as línguas pelas setas pretas), e a fossa lingual mais escavada do que a língua 1(ambas representadas pelas setas cinzas), além do ápice mais alargado que o toro lingual.

Em seu corpo as rugas linguais variam de profundidade dentre as línguas analisadas devido a faixa etária, visto que animais jovens apresentam sulcos menos proeminentes devido a sua alimentação pouco fibrosa (FIGURA 3). O toro lingual apresenta-se menos fundo e escavado que em outras espécies de ruminantes (FIGURA 2). Foi observado um sulco mediano discreto, que difere de outras espécies de ruminantes, e também varia de profundidade de acordo com a faixa etária do cervo.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste estudo podemos constatar que as papilas linguais de cervos deste gênero estão dispostas em um padrão semelhante aos demais ruminantes, variando em tamanho e quantidade, visto que as papilas valadas estão dispostas enfileiradas e em menor tamanho, as papilas cônicas são mais discretas assim como as lentiformes, e as papilas fungiformes são pouco visíveis nos cervos. As estruturas morfológicas que diferem são principalmente o toro lingual, o sulco mediano, a fossa lingual e a presença de sulcos linguais. O osso hioide também se assemelha em seu aspecto anatômico, possuindo o ângulo estiloide proeminente.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao LANAVET-UNICENTRO e todos os seus responsáveis, por disponibilizar o local de estudos, assim como os materiais e as peças estudadas.

REFERÊNCIAS

BLACK-DÉCIMA, P.; ROSSI, R.V.; VOGLIOTTI, A.; CARTES, J.L.; MAFFEI, L.; DUARTE, J.M.B.; GONZÁLEZ, S.; JÚLIA, J.P.; **Brown brocket deer *Mazama* gouazoubira (Fischer 1814)**. Neotropical Cervidology. Biology and medicine of Latin American deer, p. 190-201, 2010.

DUARTE, J.M.B.; **Guia de identificação de cervídeos brasileiros.** Jaboticabal: FUNEP, 1996.

DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. **Tratado de Anatomia Veterinária**. 4ª edição Philadelphia: Saunders Elsevier, 2010.

GETTY, R., SISSON, S.; GROSSMAN, J. D. **Anatomia dos animais domésticos**. 5 ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986.

IWASAKI, S. **Evolution of the structure and function of the vertebrate tongue**. Journal of Anatomy- v. 201, n.1, p. 1-13, 2002.

KOKUBUN, H. S.; ESPER, G.V.Z.; FRANCIOLLI, A.L.R.; SILVA, F.M.O.; RICI, R.E.G.; MIGLINO, M.A. **Estudo histológico e comparativo das papilas linguais dos cervídeos *Mazama* americana e *Mazama* gouzoubira por microscopia de luz e eletrônica de varredura.** Pesquisa Veterinária Brasileira, Rio de Janeiro, v. 32, n. 10, p. 1061-1066, 2012.

IWASAKI, S. **Evolution of the structure and function of the vertebrate tongue**. Journal of Anatomy- v. 201, n.1, p. 1-13, 2002.

KÖNIG, H. E.; LIEBICH, H.G. **Anatomia dos animais domésticos: texto e atlas colorido**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

MACHADO, M.R.F.; PACHECO, M.R.; LEAL, L.M.; MARTINS, L.L.; REIS, A.C.G.; DUARTE, J.M.B. **Morfologia da língua do cervo do pantanal (Blastocerus dichotomus).** Pesquisa Veterinária Brasileira, Rio de Janeiro, v. 36, n. 4, p.. 351-355, 2016 .

CAPÍTULO 17

CORANTE AZUL PATENTE COMO IDENTIFICADOR DE LINFONODO SENTINELA EM CADELAS COM NEOPLASIA DE MAMA

Data de aceite: 01/12/2021
Data de submissão: 06/09/2021

Danielle Karine Schoenberger
Universidade Estadual Do Centro-Oeste Do Paraná, Departamento de Medicina Veterinária
Guarapuava – Paraná
http://lattes.cnpq.br/1016404379182196

Gabriela Basílio Roberto
Universidade Estadual Do Centro-Oeste Do Paraná, Departamento de Medicina Veterinária
Guarapuava – Paraná
http://lattes.cnpq.br/8046798057804297

Ana Carla da Costa Silva
Universidade Estadual Do Centro-Oeste Do Paraná, Departamento de Medicina Veterinária
Guarapuava – Paraná
http://lattes.cnpq.br/2802157813619319

Andressa Hiromi Sagae
Universidade Estadual Do Centro-Oeste Do Paraná, Departamento de Medicina Veterinária
Guarapuava – Paraná
http://lattes.cnpq.br/7107165169482508

Ana Caroline Ribas de Oliveira
Universidade Estadual Do Centro-Oeste Do Paraná, Departamento de Medicina Veterinária
Guarapuava – Paraná
http://lattes.cnpq.br/6933881520363346

Liane Ziliotto
Universidade Estadual Do Centro-Oeste Do Paraná, Departamento de Medicina Veterinária
Guarapuava – Paraná
http://lattes.cnpq.br/7294474114329405

RESUMO: O tumor de mama é uma neoplasia de alta incidência tanto em mulheres quanto em cadelas. A situação na qual se encontram os linfonodos representa um importante fator prognóstico, sendo que a sobrevida dos animais diminui drasticamente quando há metástases linfonodais. Não há protocolos bem estabelecidos para o estadiamento e tratamento dessas metástases em cadelas. O objetivo deste trabalho foi elucidar a taxa de detecção do linfonodo sentinela, bem como sua capacidade em predizer metástases linfonodais inguinais e axilares em cadelas portadoras de câncer de mama. Foram incluídas 23 cadelas portadoras de neoplasia de mama atendidas na Clínica Escola Veterinária (CEVET) da UNICENTRO/ Guarapuava- PR. O protocolo de atendimento incluiu coleta de dados, exame físico, radiológico, hematológico e cirurgia, conforme protocolo vigente desse serviço. Após indução anestésica, procedeu-se a injeção do corante azul patente intratumoral. Aguardaram-se 10 minutos para a migração do corante e em seguida procedeu-se a mastectomia conforme protocolo do serviço. Foram detectados linfonodos sentinela inguinal em 93,33% dos casos e axilar em 87,5%. A incidência de metástase linfonodal foi de 13,33% detectadas apenas em linfonodos inguinais. A pesquisa do linfonodo sentinela inguinal não muda a conduta cirúrgica, pois tal estação é retirada em monobloco na mastectomia. No entanto, a pesquisa do linfonodo axilar pode otimizar o estadiamento linfonodal das cadelas, sem acrescentar morbidade significativa ao procedimento.

PALAVRAS-CHAVE: Linfonodo axilar, tumor

mamário, cães, patologia.

PATENT BLUE DYE AS SENTINEL LYMPH NODE IDENTIFIER IN BITCHES WITH BREAST CANCER

ABSTRACT: Mammary gland tumours are one of the most common neoplastic disease in both women and intact female dogs. The lymph node status is an important predictor of clinical outcome, and the patient's survival decreases drastically when these lymph nodes are metastatic. However, there are no current and well-defined protocols for the staging and treatment of these metastases in bitches. Thus, the aims of this study are to elucidate the rate of sentinel node detection, as well as the ability to predict inguinal and axillary lymph node metastases in bitches with mammary cancer. Thus, twenty-three female dogs with breast mammary neoplasia and treated at the Veterinary School Clinic (CEVET) of UNICENTRO/ Guarapuava-PR were recruited. The assessment protocol included data collection, physical examination, radiological, hematologic and surgery. After anesthetic induction, the intratumoral administration of the patent blue dye was perform. Pass ten minutes was monitored the dye migration and then a mastectomy was carried out according to the protocol of the service. Inguinal sentinel lymph nodes were marked in 93.33% of cases and the axillaries in 87.5%. The occurrence of lymph node metastasis was observed in 13.33% of inguinal lymph nodes. Despite the investigation of the inguinal sentinel lymph node does not change the surgical procedure protocol, since it is removed in monobloc at the mastectomy, the lymph node research can improve the lymph node staging on female dogs, without significant morbidity changes.

KEYWORDS: Axillary lymph node, breast neoplasm, dogs, pathology.

1 | INTRODUÇÃO

As neoplasias ocorrem pelo acúmulo progressivo de mutações no genoma que induzem a interrupção dos mecanismos homeostáticos que regulam o crescimento, diferenciação e morte celular. Podem ser definidas como um conjunto de células que não respondem fisiologicamente aos mecanismos que controlam o crescimento celular, definidas como proliferação celular anormal e em excesso, não autônomo e intencional, que permanecem indeterminadamente e resultam no tumor (LANA; RUTTMAN; WITHROW, 2007, 2007; ZUCCARI et al., 2016).

Estas alterações podem ser herdadas ou adquiridas, somaticamente, em consequência de processos endógenos ou da exposição aos vários fatores ambientais, como determinadas substâncias químicas, radiações ionizantes e vírus oncogênicos (BRASILEIRO FILHO; PEREIRA; GUIMARÃES, 2012).

No Brasil, as estimativas para o ano de 2019 em humanos são de 59.700 novos casos de neoplasias de mama, com um risco estimado de 56 casos a cada 100 mil mulheres (INCA, 2018). Em cadelas, a incidência desses tumores corresponde a aproximadamente 25 a 50% de todas as neoplasias diagnosticadas na espécie, sendo a taxa de incidência anual de cadelas com neoplasia de mama de 198 em cada 100 mil animais (TEDARDI et

al., 2016).

Além da alta ocorrência, comum às duas espécies, também observa-se um considerável paralelismo dos modelos tumorais de cães em comparação aos humanos (QUEIROGA et al., 2011), quanto as alterações bioquímicas, a expressão de proteínas e sequências de DNA para vários oncogenes já identificados, o que significa que os progressos tanto em medicina veterinária quanto em medicina humana nesta área, podem resultar em avanços significativos a ambas (RIVERA; VON EULER, 2011; SEILER; GRIFFITH, 2017; BULKOWSKA et al., 2018).

Os fatores descritos como de risco para o aparecimento de neoplasias mamárias compreendem a estimulação estrogênica, o uso de contraceptivos e a alimentação rica em gorduras, além de idade (animais entre sete e treze anos) e raça (TEDARDI et al., 2016).

Em torno de 70% das neoplasias mamárias em caninos e 80-96% dos tumores mamários felinos são malignos (DE NARDI; FERREIRA; ASSUNÇÃO, 2016), porém, neoplasias malignas e benignas podem existir ao mesmo tempo em um mesmo cão, que tenha mais de um tumor (LANA; RUTTMAN; WITHROW, 2007; TRAPP et al., 2010).

Nas cadelas, as glândulas mamárias estão divididas em regiões torácica, abdominal e inguinal, dispostas em duas cadeias (direita e esquerda) com, em geral, cinco pares de glândulas no total. São identificadas do sentido cranial para o caudal, sendo: torácicas craniais (M1), torácicas caudais (M2), abdominais craniais (M3), abdominais caudais (M4) e inguinais (M5) (FOSSUM et al, 2008).

Na drenagem linfática, a linfa geralmente flui dos três pares de mamas craniais em direção aos linfonodos axilares que se situam na face medial da porção distal do músculo redondo maior, anteriormente à artéria e veia toracodorsal (embora M3 possa drenar tanto para linfonodo axilar quanto para inguinal) e dos dois últimos pares de mama para linfonodos inguinais superficiais que estão localizados três centímetros cranialmente ao osso púbico na face dorsolateral das glândulas mamárias (PINHEIRO et al., 2003; FOSSUM et al., 2008).

No entanto, pode haver comunicação entre glândulas craniais e caudais do mesmo lado, assim como de lados opostos, por meio da reorganização da drenagem linfática causada por fatores prolinfangiogênicos presentes no sítio tumoral (OLIVEIRA FILHO et al., 2010; EL KHATIB et al., 2011).

Durante o exame físico, apesar dos nódulos mamários serem facilmente identificados na palpação das mamas, este exame deve sempre ser minucioso, já que os tumores malignos podem gerar metástases para vários órgãos (SOULTANI et al., 2016).

Segundo Cassali et al. (2013) a palpação e inspeção do linfonodo regional deve ser parte essencial da rotina na avaliação de neoplasias mamárias em cadelas, pois a presença de metástases tem grande impacto no estadiamento neoplásico, na sobrevida e no tratamento do paciente.

Os exames de imagem e a citologia aspirativa por agulha fina, adotados para se

identificar as metástases linfáticas e à distância são ferramentas fundamentais, mas não são conclusivas, tendo em vista que não possibilitam a identificação de micrometástases ou de aglomerados celulares com potencial invasivo (DING; JIANG; WU, 2017). Sendo assim, o diagnóstico definitivo se dá através de avaliação histopatológica, que pode ser realizada por meio de biópsias incisionais ou excisionais da neoplasia ou tecido suspeito ou por exame de imunohistoquímica (DE NARDI; FERREIRA; ASSUNÇÃO, 2016).

Além do diagnóstico do tipo histológico da neoplasia é fundamental se identificar a gravidade e extensão da doença. Para isso é feito o estadiamento clínico oncológico, adotado tanto para humanos quanto para animais e que se baseia no sistema TNM proposto pela Organização Mundial da Saúde. Esse sistema considera o tamanho do tumor (T) e fatores locais como aderência a pele (b) ou à musculatura subjacente (c), a presença ou ausência de linfonodos acometidos (N), e, por último, a presença de metástases à distância (M). As combinações possíveis entre T, N e M, por sua vez originam o estadiamento clínico que varia de I a IV (BARBOSA et al., 2010; CASSALI et al., 2013; ETTLIN et al., 2017).

Dentro da medicina veterinária, o padrão de tratamento para os tumores mamários é o cirúrgico, exceto no carcinoma inflamatório (CASSALI et al., 2013). O tipo tumoral, o estágio em que se encontra a neoplasia e as complicações sistêmicas devem ser consideradas para definir se a paciente está apta para a cirurgia (CAMPOS et al., 2011).

Embora, a recomendação seja de fazer a exérese dos linfonodos axilar e inguinal superficial, a invasividade e as restrições da técnica cirúrgica, não possibilitam que o procedimento cirúrgico seja realizado em todos os pacientes (MELO et al., 2017). Devido a isso, a detecção e a identificação desses linfonodos metastáticos precocemente, são de extrema importância no que diz respeito a favorecer o prognóstico, o tratamento e a sobrevida dos animais afetados (PINHEIRO et al., 2003; PATSIKAS; KARAYANNOPOLOU; KALDRYMIDOY, 2006).

Os primeiros estudos concretos considerando a via linfática na progressão de uma neoplasia foram realizados em meados do século XVII, a partir da observação de células carcinomatosas em linfonodos regionais de mulheres com câncer de mama. Diante deste achado, pode-se sugerir que a metástase nodal seria o primeiro passo para a disseminação da doença (BESERRA, 2016).

O linfonodo sentinela é o primeiro componente da cadeia linfática regional que recebe a linfa de um tumor primário, e por conta disso, é o primeiro a conter uma metástase e a revelar, por meio de biópsia do tecido, o *status* nodal. Sendo assim, quando não encontradas células neoplásicas na biópsia de linfonodo sentinela, provavelmente o restante da cadeia nodal também será negativa, indicando a não existência de metástases linfáticas (TUOHY et al., 2009; SOULTANI et al., 2016).

Entretanto, existe a possibilidade de que o linfonodo sentinela esteja livre de comprometimento metastático, enquanto os linfonodos seguintes sejam sede de metástases (metástases saltatórias). Porém, essa condição é rara, especialmente quando o tumor

primário se encontra em estadio inicial de desenvolvimento (MENDES, 2008).

A técnica de biópsia do linfonodo sentinela têm sido utilizada em grande escala em mulheres com câncer de mama em todo o mundo, por se mostrar um excelente método auxiliar diagnóstico de envolvimento dos linfonodos axilares em tumores de estágio inicial (TAKAMARU et al., 2014).

A biópsia do linfonodo sentinela é utilizada para detecção de micrometástases ocultas que disseminam células tumorais, formando focos microscópicos não detectáveis por exames de imagem (BARBOSA et al., 2010; MAUÉS et al., 2016).

O mapeamento, como se é denominado a técnica para identificação transoperatória dos linfonodos regionais, seja ela por aplicação direta no tecido tumoral ou peritumoral, consiste na detecção objetiva e individualizada dos linfonodos que drenam o tumor (CHARALAMPOUDIS; MARKOPOULOS; KOVACS, 2018).

O mapeamento e os linfonodos drenantes só podem ser determinados mediante a utilização de contrastes (BESERRA, 2016). Existem diferentes técnicas para identificação e marcação de linfonodo sentinela, como traçadores radioativos e corantes (MAUÉS et al., 2016).

Hoje, o corante mais utilizado no Brasil e em grande parte da Europa é o azul patente V sódico a 2,5%. O azul patente pertence ao grupo dos triarilmetanos, com apenas um grupo hidroxila adicional, desenvolvido para utilização *in vivo*. É uma solução aquosa estéril e tamponada à concentração de 2,5 %, através de fosfato monossódico. Essa solução é tornada isotônica pela adição de cloreto de sódio (MELO et al., 2017).

A injeção subcutânea, conforme demonstrado em estudos, demarca, através de coloração azulada característica, em poucos minutos, veias e vasos linfáticos. A injeção intravenosa difunde a coloração azulada em todos tecidos e mucosas. Essa coloração desaparece de 24 a 48 horas após a aplicação (BESERRA, 2016). A injeção intra-arterial colore seletivamente os tecidos e as mucosas do território correspondentes à artéria e permite delimitar a topografia da vascularização. Qualquer que seja a via de administração, a solução a 2,5 % de azul patente é eliminada de 24 a 48 horas pela bile, principalmente, e através da urina, que se colore fortemente (PINHEIRO et al., 2003; MELO et al., 2017).

Até o presente momento, as pesquisas para detecção de linfonodo sentinela com o uso do corante azul patente em cadelas portadoras de neoplasias de mama não foram totalmente esclarecedoras.

Os objetivos do presente estudo foram analisar a taxa de identificação do linfonodo sentinela através da marcação pelo corante azul patente com o intuito de encontrar possíveis metástases linfonodais encontradas no exame histopatológico e assim sendo possível definir uma ressecção adequada da cadeia linfática do tumor em cada paciente.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudadas 23 cadelas com neoplasia mamária, entre seis e quinze anos de idade, provenientes da rotina da Clínica Escola Veterinária (CEVET) da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO)/ Guarapuava- PR.

Os animais foram selecionados através de avaliação clínica em que além da anamnese e do exame físico eram realizados exames pré-operatórios (hemograma, creatinina e alanina aminotransferase) para avaliar se esses pacientes poderiam passar por tratamento cirúrgico; juntamente com exames radiográficos e/ou ultrassonográficos para pesquisa de metástases em órgãos distantes.

Na análise de ficha clínica foram coletados dados como: utilização de progestágenos exógenos, estadiamento tumoral, características do tumor (presença de ulceração, hemorragia, consistência e forma), número de mamas afetadas, tamanhos dos nódulos, idade e raça do animal.

Os pacientes que apresentaram alguma alteração nesses exames, como infeções uterinas, cardiopatias severas, alterações renais ou hepáticas, metástases ou apresentavam alguma outra alteração compatível com outro tipo de neoplasia, não fizeram parte do projeto. Aqueles selecionados como aptos foram então encaminhados para o serviço de cirurgia.

O protocolo anestésico utilizado foi com medicação pré-anestésica (metadona 0,3 mg/kg ou morfina 0,3 mg/kg, associadas ou não com clorpromazina 0,05 mg/kg ou midazolam 0,3 mg/kg I.M.), seguida de indução (propofol 5 mg/kg I.V.) e manutenção anestésica com isoflurano.

As técnicas cirúrgicas realizadas nos animais foram adotadas de acordo com as mamas envolvidas e as características clínicas de cada paciente, sendo consideradas como opção: a mastectomia total unilateral ou a mastectomia regional.

O azul patente V a 2,5% foi injetado no transcirúrgico, para que se decorresse o tempo estimado para sua migração até os linfonodos (5-10 min), na dose de 2 mg/kg, aplicado intratumoral, em dois pontos distintos (como um relógio 6 e 12 horas). Em caso de tumores múltiplos, a injeção foi realizada ao redor da maior lesão.

Após a aplicação, observava-se a migração ou não migração do corante, especialmente para linfonodo inguinal superficial e linfonodo axilar. Foram considerados linfonodos sentinelas positivos todos aqueles corados em azul e aos demais, que não haviam sido corados, nomeou-se sentinelas negativos.

As mamas que passaram por exérese cirúrgica (toda a mama ou cadeia mamária) foram fixadas em formol a 10% por um período mínimo de 48 horas, e após este tempo foram enviadas para análise histopatológica. O material foi enviado para o laboratório VetPat®[1] para realização dos exames e laudos histopatológicos, através da coloração de

1 Endereço: Rua Coronel Manuel de Morais, 146, Jd. Brasil, CEP:13073-022, Campinas/SP Fones: (19) 40629232/3500-2478 E-mail: contato@vetpat.com. Responsável técnico: Felipe Augusto Ruiz Sueiro, CRMV-SP 10800 – Laboratório Veterinário em Campinas – SP.

HE (Hematoxilina-Eosina).

Foi feita a análise descritiva dos dados, com medidas de dispersão (média e desvio padrão) determinadas pelo programa Microsoft Office Excel® e estatística ANOVA (Analysis of Variance) com as diferenças estatísticas significativas consideradas pelo Teste de Tukey sendo $p \leq 0,05$.

Foram consideradas as variáveis: raça, idade, peso, uso de progestágenos exógenos, pseudocieses, castração prévia, número e localização das glândulas mamárias acometidas, técnica cirúrgica adotada, acometimento linfonodal resultante do laudo histopatológico (positividade para metástases), detecção do linfonodo sentinela axilar e inguinal superficial pelo corante e positividade dos linfonodos sentinelas axilares e inguinais superficiais para metástases através do resultado do histopatológico.

3 | RESULTADOS

Foram incluídas na pesquisa 23 cadelas, com idade média de 10,83±2,6 anos, com peso médio de 10,45±7,4 kg.

A raça que apresentou maior casuística dentre o grupo foi SRD (sem raça definida) (34,79%), seguida por Poodle (21,73%), Pinscher (13,04%), Lhasa Apso (8,69%) e Pitbull, Teckel, Cocker Spaniel, Beagle e Pastor Alemão (4,35%).

Em cinco pacientes (21,74%), foi observada a presença de ulcerações nos tumores e desses, a maior prevalência de neoplasias foi nas mamas inguinais (39,13%), porém, não houveram alterações estatísticas significativas entre esses dados ($p \geq 0,05$).

Das cadelas inclusas no estudo, apenas seis (26,09%) já tinham sido castradas eletivamente e uma (4,35%) em decorrência de piometra. Os outros dezesseis animais (69,56%) não haviam sido castrados até o momento da mastectomia.

Dos 23 animais que participaram do estudo, apenas dois (8,69%) apresentaram tumor em uma única mama, quatro (17,39%) apresentaram um tumor único envolvendo mais de uma mama, três (13,04%) apresentaram um ou mais tumores apenas na cadeia mamária direita, sete (30,43%) apresentaram um ou mais tumores apenas na cadeia mamária esquerda e treze (56,52%) apresentaram tumores em ambas as cadeias, sendo que, de todos os nódulos observados, as mamas mais acometidas foram a M3 (27,63%), M4 (19,73%) e M5 (26,31%).

Nenhum dos animais apresentou alteração em imagem radiográfica compatível com metástase, nem alterações significativas em exames sanguíneos (hemograma e bioquímicos), exceto que nos animais (1; 3; 7; 10; 12 e 23) observou-se leucocitose por neutrofilia correspondendo a 26,09% dos animais e entre esses e presença de ulcerações dos tumores não houve diferença estatística significativa ($p \geq 0,05$).

Em relação ao acometimento clínico dos linfonodos (N), seis animais (26,09%) apresentavam acometimento clinicamente detectável à palpação em linfonodos ipsilaterais

(N1), sendo que destes, quatro não estavam aderidos (N1a) e dois apresentavam-se aderidos (N1b).

A mastectomia total unilateral foi a de escolha em 78,26% dos casos e a mastectomia regional em 21,74% dos procedimentos realizados.

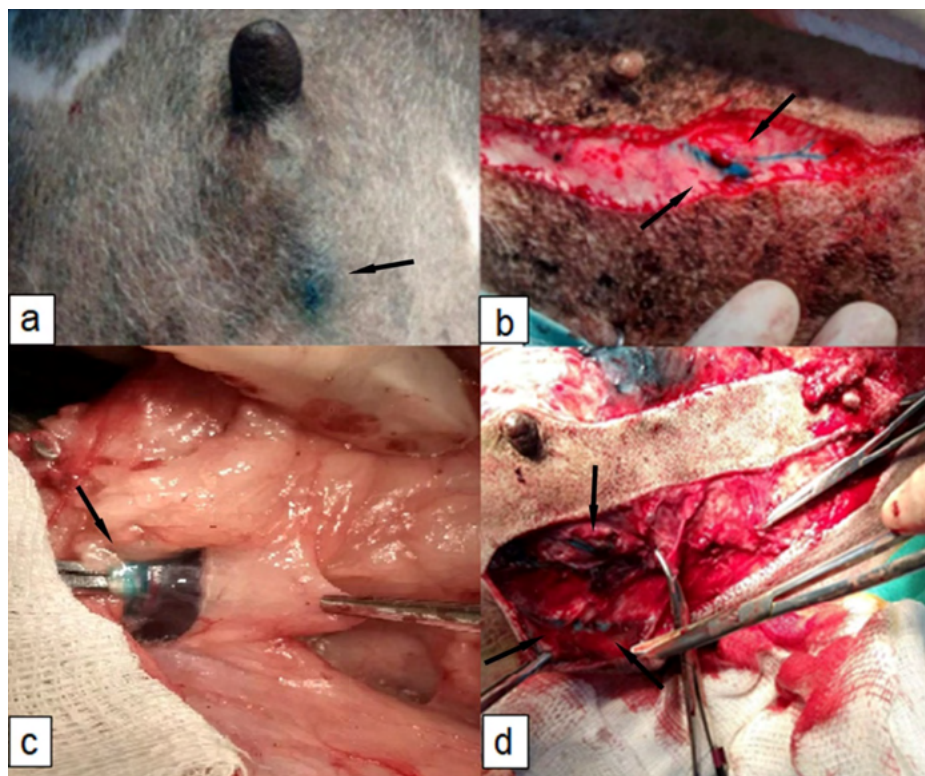
Na análise do corante azul patente, pôde-se visualizar facilmente a migração para linfonodo sentinela (Fig.1C e Fig.1.D) em vinte animais (91,3%) e não observado em dois (8,7%) animais. O corante foi facilmente aplicado por via intratumoral e logo em seguida, observava-se a dispersão do corante pela pele e subcutâneo, como mostra a Fig.1.A e Fig.1.B.

(A) Início da dispersão do corante após infiltração intratumoral ainda visível sobre a pele intacta. (B) Observação da migração subcutânea após aplicação do corante azul patente. (C) Observação da migração do corante azul patente para linfonodo inguinal superficial esquerdo ao lado observa-se a veia epigástrica caudal. (D) Observação da migração do corante azul patente para linfonodo axilar direito após aplicação em mama torácica caudal direita.

Figura 1. Imagem fotográfica da migração do corante azul patente através da pele intacta, subcutâneo e pelo sistema linfático do tumor até o linfonodo sentinela axilar e inguinal de dois animais distintos (setas).

De acordo com o conhecimento da drenagem linfática das glândulas mamárias de cadelas e sabendo-se que essa drenagem pode ser modificada pela presença do tumor,

considerando que o corante migraria de acordo com a drenagem linfática do tumor, o padrão de migração do linfonodo sentinela inguinal foi analisado em 15 situações (48,38%), tendo sido detectado (corado) em 14 casos (93,33%). Destes, considerando-se dois linfonodos inguinais que foram corados pelo azul patente e histologicamente metastáticos a incidência de metástase inguinal foi de 13,33%.

Em oito situações (25,8%) foram pesquisados o padrão de migração para linfonodo sentinela axilar, sendo que a taxa de detecção do corante nesse linfonodo aconteceu em sete (87,5%) casos. Apenas em um dos casos (12,5%) o linfonodo axilar foi removido junto ao restante da cadeia mamária e foi enviado a histopatologia. Não houve incidência de metástase nesse linfonodo.

Em oito situações (25,8%) onde foi avaliado o padrão de migração do corante aplicado na glândula mamária abdominal cranial (M3), que contém conexões inconstantes e portanto pode migrar para linfonodo axilar e/ou inguinal, em cinco casos (62,5%) houve migração para o linfonodo inguinal superficial, em dois casos (25%) houve migração para o linfonodo axilar e em um caso (12,5%) não houve migração do corante através dos linfonodos estudados, o que pode também estar relacionado ao fato da presença de êmbolos tumorais devido ao tamanho do tumor.

Não houve diferença estatística significativa (p≥0,05) quando comparados os três padrões de migração (linfonodo sentinela axilar, linfonodo sentinela inguinal superficial e mama abdominal cranial) com a aplicação do corante azul patente nessas três variáveis em diferentes animais independentemente da localização e tamanho do tumor, como mostra o Quadro 1, abaixo:

PM	N	Média	S	P
Linfonodo inguinal superficial	1 (13) 0 (10)	14,0963 12,0528	6,93222	0,6093
Linfonodo axilar	1 (8) 0 (15)	15,3073 10,8414	6,81187	0,2613
Mama abdominal cranial	1 (8) 0 (15)	14,8105 11,3387	6,92548	0,4166

*PM= padrão de migração do corante conforme a drenagem linfática de cadelas.

* N= número de animais avaliados (1) e não avaliados (0) para cada padrão de migração.

* Média= média padrão obtida pelo Teste de Tukey.

* S= desvio padrão.

* p= probabilidade de significância consideradas para p≤0,05.

Quadro 1. Análise estatística comparando a média, o desvio padrão e o valor de p, entres os diferentes padrões de migração da drenagem linfática das 23 cadelas submetidas a mastectomia com aplicação do corante azul patente intratumoral no período de Julho de 2017 à Agosto de 2018, no município de Guarapuava/ PR

O Quadro 2 ilustra de forma mais detalhada os resultados do projeto de pesquisa com seus principais achados: animais pesquisados, glândulas mamárias onde o corante azul patente foi aplicado, linfonodos clinicamente detectados, linfonodos detectados pelo corante azul patente e os linfonodos positivos para metástase (N).

Animal	Mama(s) escolhida(s) para aplicação do azul patente	Alteração na palpação clínica do linfonodo	Linfonodos corados	Status nodal (N)	Estádio
1	D1	1 (axilar)	Axilar	-	III
2	E5	0	Inguinal	-	I
3	E5	0	Inguinal	-	I
4	D3	1 (inguinal)	Inguinal	-	I
5	D3	0	Inguinal	-	I
6	E2	1 (axilar)	Axilar	-	II
7	E5	0	Inguinal	-	II
8	E3, E4, E5*	0	Inguinal	-	III
9	D5	0	Inguinal	-	III
10	E2, E5**	0	Inguinal	Inguinal	III
11	D1, D5**	0	-	-	III
12	E3	2 (inguinal)	Axilar	-	II
13	D3	0	-	-	III
14	E4, E5*	0	Inguinal	Inguinal	III
15	D4	0	Inguinal	-	II
16	D4	0	Inguinal	-	II
17	E3, E4*	2 (inguinal)	Inguinal	-	III
18	D2	0	Axilar	-	I
19	E1, E4**	0	Axilar	-	I
20	E3	0	Inguinal	-	III
21	E5	0	Inguinal	-	II
22	D2, D3*	1 (axilar)	Axilar	-	III
23	D2	0	Axilar	-	I

Quadro 2. Principais resultados da pesquisa do linfonodo sentinela inguinal e axilar em 23 cadelas participantes do estudo e submetidas à mastectomia para pesquisa do linfonodo sentinela do período de Julho de 2017 a Agosto de 2018 na Clínica Escola Veterinária – CEVET, no município de Guarapuava/ PR

Em dois animais (8,69%), os linfonodos não foram detectáveis ao exame clínico, mas foram corados pelo azul patente e se apresentaram como metastáticos ao exame histopatológico. Em seis animais (26,09%) onde os linfonodos estavam clinicamente reativos, não foram observadas metástases nodais no exame histopatológico.

Foram enviadas ao exame histopatológico, amostras de 19 animais, sendo que todos

apresentaram neoplasias malignas ou benignas associadas com malignas como mostra o Quadro 3 abaixo. Como a maior parte das pacientes apresentou mais que um nódulo mamário, o total de lesões encaminhadas que obtiveram alterações morfológicas foram 61 mamas. Destas, 18 lesões eram benignas (29,51%) e 43 eram malignas (70,49%).

Nos dois animais (10 e 14) em que foram observadas metástases nodais, os tipos histológicos identificados foram carcinoma mamário papilífero, carcinoma mamário papilífero cístico e carcinoma mamário em tumor misto em vários graus de diferenciação.

Animal	**Diagnóstico histopatológico**	**Metástase Linfonodal**
1	Carcinoma mamário papilífero cístico grau III.	-
2	Carcinoma mamário em tumor misto grau I, Carcinoma mamário papilífero grau I, Adenose	-
3	Carcinoma mamário em tumor misto grau II	-
5	Carcinoma mamário em tumor misto grau II	-
6	Adenose, Carcinoma mamário em tumor misto grau I	-
7	Carcinoma mamário papilífero cístico grau II, Carcinoma mamário em tumor misto grau II	-
8	Carcinoma mamário papilífero cístico grau II, Carcinoma mamário em tumor misto grau I	-
9	Carcinoma mamário em tumor misto grau II, Carcinoma mamário em tumor misto grau I, Carcinoma mamário micropapilífero grau III.	-
10	Carcinoma mamário papilífero cístico grau II, Carcinoma mamário em tumor misto grau I, Carcinoma mamário em tumor misto grau III	Inguinal superficial esquerdo
12	Adenose, Carcinoma mamário em tumor misto grau II, Tumor mamário misto benigno, Carcinoma mamário em tumor misto grau II	-
13	Tumor mamário misto benigno, Carcinoma mamário papilífero grau III, Carcinoma mamário papilífero cístico grau II	-
14	Carcinoma mamário papilífero grau II, Carcinoma mamário em tumor misto grau III	Inguinal superficial esquerdo
15	Adenose, Carcinoma mamário em tumor misto grau I, Carcinoma mamário em tumor misto grau II, Carcinoma mamário papilífero	-
16	Adenose, Carcinoma mamário papilífero grau II, Carcinoma mamário em tumor misto grau II	-
17	Carcinoma mamário papilífero grau II, Adenose, Tumor mamário misto benigno	-
19	Carcinoma mamário tubular grau II, Carcinoma mamário papilífero cístico grau I, Carcinoma mamário papilífero grau II, Tumor mamário misto benigno.	-
20	Sarcoma estromal mamário, Adenose	-

21	Carcinoma mamário papilífero grau II, Carcinoma mamário em tumor misto grau I	-
22	Carcinoma mamário papilífero cístico grau I	-

Quadro 3. Subtipos histopatológicos e metástases linfonodais identificados em amostras de 19 animais participantes do estudo com corante azul patente no linfonodo sentinela do período de Julho de 2017 a Agosto de 2018 na Clínica Escola Veterinária – CEVET, no município de Guarapuava/ PR

4 I DISCUSSÃO

Há uma alta incidência de neoplasias mamárias em cadelas (DE NARDI; FERREIRA; ASSUNÇÃO, 2016) contudo há carência de resultados padrões confiáveis sobre o uso de corantes em linfonodos sentinela em cadelas. Desta forma, os dados obtidos com este projeto pretendem somar conhecimentos à área de Oncologia Veterinária.

Na avaliação das características clínicas dos pacientes deste experimento foi encontrada idade média das cadelas de 10,83±2,6 anos, sendo a maior incidência de cães sem raça definida. De acordo com a literatura a idade das cadelas com tumores de mama situa-se entre 9-11 anos (Oliveira Filho et al., 2010, Campos et al., 2011) com média de 10,1 anos (Silva et al., 2014) e desta forma o observado em nosso estudo não diverge do relatado.

No Brasil, um estudo recente conduzido por Andrade et al. (2017) sobre fatores clínicos de acometimento de neoplasias, elucidou as raças Poodle, Pinscher, Teckel, Pitbull como as mais predispostas a desenvolverem tumores de mama. Porém, em estudos realizados por Cassali et al. (2013), os tumores de mama acometeram mais comumente cães de idade média a avançada, sem predisposição de raça.

No presente estudo, 30,44% das cadelas já haviam sido castradas, porém não foi informada a época em que o procedimento foi realizado. Sabe-se a castração é um fator de proteção, mas que este efeito está diretamente relacionado com a idade em que é feita (BARROS et al., 2017) e desta forma a falta de informações dos proprietários sobre a idade específica da castração não permitiu a comparação com os dados observados na literatura.

As informações referentes ao uso de progestágenos e pseudociese nas pacientes atendidas durante o projeto nem sempre puderam ser respondidas de maneira adequada pelos proprietários. Da mesma forma como descrito por Cassali et al. (2013) e Barros et al. (2017), a população local, e o próprio perfil de atendimento da clínica, tem como característica muito comum a adoção de animais de rua ou mesmo por doação de pessoas próximas aos proprietários, e com isso muitos não possuem informações anteriores sobre o animal.

Nos exames pré-operatórios a única alteração constatada na pesquisa foi leucocitose por neutrofilia em seis animais (26,09%). Esse resultado encontra-se superior ao encontrado por Silva et al. (2014), que em seu estudo constataram essa alteração em 18,6% das pacientes. A leucocitose por neutrofilia averiguada neste estudo possivelmente

reflete a condição inflamatória decorrente do tumor mamário, e à ulceração presente em alguns casos.

Quanto ao número de nódulos encontrados em cada animal, apenas dois animais (8,69%) apresentaram tumor em uma única mama, assim os animais que apresentaram dois ou mais nódulos somaram 91,31%. Esta alta ocorrência de múltiplos nódulos em um mesmo animal também foi relatada por Oliveira Filho et al. (2010) que encontraram tumores em mais de uma mama em 60% das cadelas estudadas e por Cassali et al. (2013) que documentaram em 70% mais de um tumor mamário no momento do diagnóstico.

As mamas inguinais (M5) foram as segundas mais afetadas (depois de M3). Embora Campos et al. (2011), descrevam que haja maior quantidade de parênquima mamário, bem como maior abundância de receptores hormonais nas mamas inguinais, observou-se maior número de nódulos nas mamas abdominais craniais.

Quanto à classificação histopatológica, 70,49% das lesões encontradas eram malignas e 29,51% benignas, resultado esse parecido com o encontrado por Pinheiro et al. (2003), que em sua pesquisa encontraram 71,8% de neoplasias malignas e 28,2% de benignas. Em nosso estudo, 97,68% das lesões malignas eram carcinomas, valor acima do encontrado em trabalho realizado Sorenmo et al. (2011) no qual os carcinomas representavam 70% das lesões malignas.

Entretanto, os dados observados na literatura sobre a incidência de tumores benignos e malignos é controversa, variando de 34 a 93% (OLIVEIRA FILHO et al., 2010; CAMPOS et al., 2011). Segundo De Nardi, Ferreira e Assunção (2016) no Brasil o diagnóstico é mais tardio, pois é comum os proprietários relatarem lesões de muitos meses ou anos de evolução e que só buscaram atendimento após crescimento ou ulceração da lesão.

Na distribuição dos estadios clínicos, ficou evidente que 43,48% dos animais possuíam doença de estadio avançado III e 56,52% em estadios iniciais I e II. Sabe-se que, mesmo nos estadios iniciais, a sobrevida em cadelas com tumor de mama é de pouco meses (ARAÚJO et al., 2016). Ding, Jiang e Wu (2017) e Bulkowska et al. (2018) afirmam que o mesmo não ocorre na neoplasia mamária em mulheres, pois os estadios iniciais proporcionam sobrevida de mais de 90% em cinco anos.

A pesquisa do linfonodo sentinela é altamente eficaz em mulheres, sendo possível executá-la com azul patente, tecnécio radioativo ou a combinação de ambos, com taxa de sucesso acima de 94% (MELO et al., 2017).

Neste estudo, a taxa de detecção do linfonodo inguinal superficial foi de 93,33%, resultado este superior ao de Valadares (2015) no qual os resultados foram maiores que 73%. Convém ressaltar que nos casos em que o tumor é muito grande, pode haver um resultado falso negativo, devido ao bloqueio linfático causado por êmbolos tumorais (DIESSLER et al., 2016).

Já a taxa de marcação do linfonodo sentinela axilar foi de 87,5%, resultado também superior ao de um estudo realizado por Valadares (2015) para pesquisa de linfonodo

sentinela em cadelas onde a taxa de detecção foi de 50%, um resultado que pode estar relacionado à maior incidência de tumores nas mamas inguinais, à não comunicação entre as mamas torácicas e inguinais (exceto na drenagem da mama abdominal cranial), além da dificuldade de visualização do linfonodo axilar, por proximidade com a vascularização e o plexo braquial (ZAHOOR et al., 2017), porém que não foi o encontrado no presente estudo.

Durante a detecção do linfonodo sentinela com uso de azul patente, não houve nenhum em que o animal que apresentasse reação adversa à injeção com o corante neste estudo, assim como em estudos realizados por Pinheiro et al. (2003) e Valadares (2015).

As intercorrências quando observadas se devem ao fato do corante poder alterar o monitoramento trans e pós-operatório da saturação de oxigênio, variando de minutos a algumas horas e não implicando na evolução pós-operatória imediata (BARBOSA et al., 2010). Em mulheres, as reações adversas ao corante azul patente são raras, atingindo 1% dos casos e são caracterizadas predominantemente por reações urticariformes (CHARALAMPOUDIS; MARKOPOULOS; KOVACS, 2018).

Considerando-se dois linfonodos inguinais metastáticos dos 14 que foram corados, a incidência de metástase inguinal foi de 13,33%. Metástases para linfonodos foram observadas por Oliveira Filho et al. (2010) em necropsia de 29,5% das cadelas com tumor maligno, tendo sido um único linfonodo acometido em 33,3% dos casos e mais de um linfonodo acometido 66,7% dos casos.

A condição dos linfonodos no exame clínico-patológico é um importante fator prognóstico, pois o tempo de sobrevida é inferior a dois anos para 85,7% dos cães com metástases para linfonodos (ANGELIM; COELHO, 2012).

Importante ressaltar que, em dois casos, os linfonodos não estavam aumentados à palpação e continham metástases ao exame histopatológico. Tais casos não seriam detectados se não fosse pela técnica do linfonodo sentinela, o que justifica seu emprego durante mastectomia das cadelas.

5 | CONCLUSÕES

A taxa de detecção, com o azul patente, do linfonodo sentinela inguinal superficial e do linfonodo axilar foi extremamente elevada nos casos pesquisados. Apesar da pesquisa do linfonodo inguinal superficial não alterar a conduta em relação à remoção cirúrgica (já que é abordado em monobloco na mastectomia), pode ser importante para o correto estadiamento em casos onde se espera um procedimento mais econômico. Entretanto, na pesquisa do linfonodo axilar, se aplica em todos os casos, já que o conteúdo axilar não é removido na rotina das diversas técnicas de mastectomias, sendo que auxilia na sua identificação, permitindo o envio do mesmo para histopatologia e então correto estadiamento do paciente.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. B.; GUIMARÃES, E. C.; COLETO, A. F.; SOARES, N. P.; MEDEIROS-RONCHI, A. A. Estudo retrospectivo de lesões mamárias em cadelas - Uberlândia, MG, Brasil. **Acta Scientiae Veterinaria**, s.i., v. 45, n. 1509. 2017.

ANGELIM, J. L.; COELHO, M. C. O. C. Linfonodo sentinela: perspectivas no diagnóstico de metástase no câncer de mama em cadelas: Revisão. **Medicina Veterinária**, v. 6, n.1, p. 24-32, 2012.

ARAÚJO, M. R; CAMPOS, L. C.; DAMASCENO, K. A.; GAMBA, C. O.; FERREIRA, E.; CASSALI, G. D. HER-2, EGFR, Cox-2 and Ki67 expression in lymph node metastasis of canine mammary carcinomas: Association with clinical-pathological parameters and overall survival. **Research In Veterinary Science**, [s.l.], v. 106, p.121-130, jun. 2016.

BARBOSA, E. M.; FRANCISCO, A. A. R. F.; NETO, J. T. A.; ALVES, E. M. F. A.; TAVARES, M. G. M.; GÓES, J. C. S. Fatores clínico-patológicos de predição do acometimento axilar em pacientes com metástases de câncer de mama no linfonodo sentinela. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, v. 32, n. 3, p. 144-149, 2010.

BARROS, J. C.; ALEXANDRE, N. A.; CARVALHO, L. L.; COSTA, M. L.; NASCIMENTO, M. R.; STUPAK, E. C.; MARIANI, O. M.; PAULINO JÚNIOR, D.; CALAZANS, S. G.; DIAS, F. G. G. Perfil de cães geriátricos acometidos por neoplasias: estudo retrospectivo de 75 casos. **Investigação**: I Simpósio de Oncogeriatria em Pequenos Animais, Franca, v. 16, n. 5. 2017.

BESERRA, H. E. O. 2016. Linfonodo Sentinela, p. 129-132. In: Daleck, C. R., De Nardi, A. B. (Eds), **Oncologia em Cães e Gatos**. Vol. 1. 2ª ed. Roca, 2016.

BOCARDO, M.; DABUS, D. M. M.; TENTRIN, T. C.; LIMA, G. S.; BARIANI, M. H. Influência hormonal na carcinogênese mamária em cadelas**. Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**: Ano VI, n.11, São Paulo, 2008.

BRASILEIRO FILHO, G.; PEREIRA, F. E. L.; GUIMARÃES, R. C. Distúrbios do crescimento e da diferenciação celular. In: BRASILEIRO FILHO, G. **Bogliolo Patologia**. 8.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2012. Cap.8, p. 219-276.

BULKOWSKA, M.; RYBICKA, A.; SENSES, K. M.; ULEWICZ, K.; WITT, K.; SZYMANSKA, J.; TACIAK, B.; KLOPFLEISCH, R.; HELLMÉN, E.; DOLKA, I.; GURE, A. O.; MUCHA, J.; MIKOW, M.; GIZINSKI, S.; KROL, M. MicroRNA expression patterns in canine mammary cancer show significant differences between metastatic and nonmetastatic tumours. Warsaw, v. 17, n.728. 2017. **Journal of Comparative Pathology**, v. 158, p. 32-38, 2018.

CAMPOS, C. B.; HORTA, R. S.; COBUCCI, G. C.; BOTELHO, F. P. R.; LAVALLE, G. E.; CASSALI, G. D. Abordagem cirúrgica das neoplasias mamárias em pequenos animais: perfil do paciente, comportamento e epidemiologia tumoral. **Veterinária e Zootecnia**, v.18, n.2, p.7-12, 2011.

CASSALI, G. D.; LAVALLE, G. E.; NARDI, A. B. DE; FERREIRA, E.; BERTAGNOLLI, A. C.; ESTRELA-LIMA, A.; ALESSI, A. C.; DALECK, C. R.; SALGADO, B. S.; FERNANDES, C. G.; SOBRAL, R. A.; AMORIM, R. L.; GAMBA, C. O.; DAMASCENO, K. A.; AULER, P. A.; MAGALHÃES, G. M.; SILVA, J. O.; RAPOSO, J. B.; FERREIRA, A. M. R.; OLIVEIRA, L. O.; MALM, C.; ZUCCARI, D. A. P. C.; TANAKA, N. M.; RIBEIRO, L. R.; CAMPOS, L. C.; SOUZA, C. M. Consensus for the diagnosis, prognosis and treatment of canine mammary tumors – 2013. **Brazilian Journal of Veterinary Pathology**, Botucatu, v. 7, n. 2, p. 38-69, 2013.

CHARALAMPOUDIS, P.; MARKOPOULOS, C.; KOVACS, T. Controversies and recommendations regarding sentinel lymph node biopsy in primary breast cancer: A comprehensive review of current data. **European Journal Of Surgical Oncology**, [s.l.], v. 44, n. 1, p.5-14, jan. 2018.

DE NARDI, A. B.; FERREIRA, T. M. M. R.; ASSUNÇÃO, K. A. 2016. Neoplasias Mamárias, p. 499-516. In: Daleck, C. R., De Nardi, A. B. (Eds), **Oncologia em Cães e Gatos**. Vol. 1., 2ª ed. Roca, 2016.

DIESSLER, M. E.; CASTELLANO, M. C.; PORTIANSKY, E. L.; BURNS, S.; IDIART, J. R. Canine mammary carcinomas: influence of histological grade, vascular invasion, proliferation, microvessel density and VEGFR2 expression on lymph node status and survival time. **Veterinary and Comparative Oncology**, [s.l.], v. 15, n. 2, p.450-461, 1 fev. 2016.

DING, J.; JIANG, L.; WU, W. Predictive value of clinicopathological characteristics for sentinel lymph node metastasis in early breast cancer. **Medical Science Monitor**, [s.l.], v. 23, p.4102-4108, 25 ago. 2017.

EL KHATIB, E. M.; PIRES, P. F. T. A.; LIMA, A. F. K. T.; REPETTI, C. S. F.; FRANCO, R. P.; HATAKA, A. Uso do azul de metileno na identificação do linfonodo sentinela em cadelas com neoplasias mamárias. **Veterinária e Zootecnia**, v.18, n.2, p.60-65, 2011.

ETTLIN, J.; CLEMENTI, E.; AMINI, P.; MALBON, A.; MARKKANEN, E. Analysis of gene expression signatures in cancer-associated stroma from canine mammary tumours reveals molecular homology to human breast carcinomas. **International Journal of Molecular Sciences**, [s.l.], v. 18, n. 5, p.1101-1120, 20 maio 2017.

FOSSUM, T. W.; HEDLUND, C. S.; JOHNSON, A. L.; SCHULZ, K. S.; SEIM, H. B.; WILLARD, M. D.; BAHR, A.; CARROLL, G. L. **Cirurgia de pequenos animais**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 1606p.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER. INCA. **Estimativa de câncer no Brasil**. 2018. Disponível em: <http://www.inca.gov.br/estimativa/2018/estimativa-2018.pdf>. Acesso em: 24 jul 2018.

LANA, S. E.; RUTTMAN, G. R.; WITHROW, S. J. 2007. Tumors of the Mammary Gland. 619 – 636. In: Withrow, S.J. & Vail D.M (Eds), **Withrow & Macewen´s Small Animal Clinical Oncology**. 4ª ed. Elsevier, St Louis.

MAUÉS, T.; ISRAEL, C. B.; FERREIRA, M. L. G.; FERREIRA, A. M. R. Uso do corante azul de metileno a 2% na localização do linfonodo axilar em cadelas (*Canis familiaris* – Linnaeus, 1758). **Brazilian Journal Of Veterinary Research And Animal Science**, São Paulo, v. 53, n. 1, p.32-38, 12 abr. 2016.

MELO, A. F. B.; PAULINELLI, R. R.; RAHAL, R. M. S.; LUCATO, M.;T.; MOREIRA, M. M. R.; VILELA, M. H. T.; FREITAS JUNIOR, R. Estudo randomizado prospectivo comparando o azul patente ao azul de metileno para a detecção do linfonodo sentinela em pacientes com câncer de mama. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 63, n. 2, p. 118-123, 2017.

MENDES, S. **Captação pelo carcinoma de mama e pelo linfonodo axilar de uma nanoemulsão lipídica administrada por injeção no tecido mamário locorregional.** 2008. 70 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

OLIVEIRA FILHO, J. C.; KOMMERS, G. D.; MASUDA, E. K.; MARQUES, B. M. F. P. P.; FIGHERA, R. A.; IRIGOYEN, L. F.; BARROS, C. S. L. Estudo retrospectivo de 1.647 tumores mamários em cães. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 30, n. 2, 2010.

PATSIKAS, M. N.; KARAYANNOPOLOU, E.; KALDRYMIDOY, L. G. The Lymph Drainage of the neoplastic mammary glands in the bitch: a lymphographic study. **Anatomy, Histology e Embriology**, Berlin, v. 34, n. 4, p. 228–234, 2006.

PINHEIRO, L. G. P.; MORAES, M. O.; SOARES, A. H.; LOPES, A. J. T.; NAGUÉRE, M. A. S. P.; GONDIM, F. A. L.; BRANDÃO, C. B.; NASCIMENTO, D. C. H.; SOARES, J. P. H; SILVA, J. M. M. Estudo experimental de linfonodo sentinela na mama da cadela com azul patente e Tecnécio Tc99m. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v.18, n. 6, 2003.

QUEIROGA, F. L.; RAPOSO, T.; CARVALHO, M. I.; PRADA, J.; PIRES, I. Canine mammary tumours as a model to study. **Human Breast Cancer:** Most Recent Finding., v. 25, p. 455-466, 2011.

RIVERA, P.; VON EULER, H. Molecular biological aspects on canine and human mammary tumors. **Veterinary Pathology**, v.48, n.132, p. 132-146, 2011.

SEILER, G. S.; GRIFFITH, E. Comparisons between elastographic stiffness scores for benign versus malignant lymph nodes in dogs and cats. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 59, p. 79-88, 2017.

SILVA, A. H. C.; SILVA, D. M.; RIBAS, C. R.; DITTRICH, R. L.; DORNBUSCH, P. T.; GUÉRIOS, S. D. Alterações no hemograma de cadelas com neoplasia mamária. Ciência Animal Brasileira, v. 1, n.15, p. 87-92, 2014.

SORENMO, K. U.; RASOTTO, R.; ZAPPULLI, V.; GOLDSCHMIDT, M. H. Development, anatomy, histology, lymphatic drainage, clinical features, and cell differentiation markers of canine mammary gland neoplasms. **Veterinary Pathology**, v. 48, n. 1, p. 85-97, 2011.

SOULTANI, C.; PATSIKAS, M. N.; KARAYANNOPOULOU, M.; JAKOVLJEVIC, S.; CHRYSSOGONIDIS, I.; PAPAZOGLOU, L.; PAPAIOANNOU, N.; PAPADOPOULOU, P.; PAVLIDOU, K.; ILIA, G. M.; KAITZIS, D. G.; ILIA, T. M. Assessment of sentinel lymph node metastasis in canine mammary gland tumors using computed tomographic indirect lymphography. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, [s.l.], v. 58, n. 2, p.186-196, 23 dez. 2016.

TAKAMARU, T.; KUTOMI, G.; SATOMI, F.; SHIMA, H.; OHNO, K.; KAMESHIMA, H.; SUZUKI, Y.; OHMURA, T.; TAKAMARU, H.; NOJIMA, M.; MORI, M.; HIRATA, K. Use of the dye-guided sentinel lymph node biopsy method alone for breast cancer metastasis to avoid unnecessary axillary lymph node dissection. **Experimental and Therapeutic Medicine**, v. 7, p. 456-460, 2014.

TEDARDI, M. V.; KIMURA, K. C.; MENDONÇA, P. P.; DAGLI, M. L. Z. 2016. Epidemiologia e Etiologia do Câncer, p. 1-28. In: Daleck, C. R., De Nardi, A. B. (Eds), **Oncologia em Cães e Gatos**. Vol. 1. 2ª ed. Roca, 2016.

TRAPP, S. M.; IACUZIO, A. I.; BARCA JUNIOR, F. A.; KEMPER, B.; SILVA, L. C.; OKANO, W.; TANAKA, N. M.; GRECCO, F. C. A. R.; CUNHA FILHO, L. F. C.; STERZA, F. A. M. Causas de óbito e razões para eutanásia em uma população hospitalar de cães e gatos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 47, n. 5, p. 395-402, 2010.

TUOHY, J. L.; MILGRAM, J.; WORLEY, D. R.; DERNELL, W. S. A review of sentinel lymph node evaluation and the need for its incorporation into veterinary oncology. **Veterinary and Comparative Oncology**, Medford, v. 7, n. 2, p. 81-91, 2009.

VALADARES, F. D. **Pesquisa do linfonodo sentinela em cadelas portadoras de tumor de mama**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 57p. 2015.

ZAHOOR, S.; HAJI, A.; BATTOO, A.; QURIESHI, M.; MIR, W.; SHAH, M. Sentinel lymph node biopsy in breast cancer: A clinical review and update. **Journal Of Breast Cancer**, [s.l.], v. 20, n. 3, p.217-227, 2017.

ZUCCARI, D. A. P. C.; JARDIM-PERASSI, B. V.; LOPES, J. R.; COLOMBO, J.; SILVA, C. L. Biologia do Câncer, p. 30-45. In: Daleck, C. R., De Nardi, A. B. (Eds), **Oncologia em Cães e Gatos**. Vol. 1. 2ª ed. Roca, 2016.

CAPÍTULO 18

A IMPORTÂNCIA DA INCLUSÃO DA AVALIAÇÃO TESTICULAR NA ROTINA ULTRASSONOGRÁFICA BIDIMENSIONAL ABDOMINAL EM CÃES PARA DIAGNÓSTICO DE DOENÇAS TESTICULARES

Data de aceite: 01/12/2021
Data de submissão: 08/11/2021

Isadora Schenekemberg Vandresen
Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO
Guarapuava – Paraná
http://lattes.cnpq.br/5060962745901769

Marco Antônio Staudt
Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO
Guarapuava – Paraná
http://lattes.cnpq.br/4846834557081340

Carla Fredrichsen Moya
Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO
Guarapuava – Paraná
http://lattes.cnpq.br/8017623096370725

RESUMO: O exame ultrassonográfico é uma ferramenta diagnóstica de grande relevância na rotina veterinária, uma vez que, apresenta ampla difusão entre os atendimentos de animais e permite a avaliação de órgãos e estruturas de forma não invasiva, segura e rápida, auxiliando na determinação de diversas afecções, levando ao tratamento adequado e contribuindo de forma positiva no prognóstico do paciente. Atualmente, em muitos casos, a avaliação testicular não faz parte da rotina ultrassonográfica em exames de ênfase abdominal, devido à sua localização anatômica no escroto, podendo assim levar ao diagnóstico limitado e ao tratamento inadequado do paciente quando na ausência da avaliação dos testículos, posto que diversas são as afecções testiculares que podem acometer cães e que apresentam características ultrassonográficas de fácil detecção. Dentre as principais alterações observadas por meio da ultrassonografia, os casos de orquite, criptorquidismo, torção e também neoformações neoplásicas testiculares correspondem à maior casuística, sendo o método ultrassonográfico um exame com 98% a 100% de sensibilidade e acurácia para diagnóstico destas. Dessa forma, o objetivo deste artigo de revisão bibliográfica é elucidar a importância da avaliação testicular em exames ultrassonográficos de rotina, discorrendo inicialmente sobre os aspectos anatômicos e ultrassonográficos, e posteriormente acerca das afecções mais comumente diagnosticadas na rotina veterinária, apresentando ainda as alterações ultrassonográficas causadas no parênquima testicular.

PALAVRAS-CHAVE: Cães. Diagnóstico. Neoplasias testiculares. Ultrassonografia.

THE IMPORTANCE OF INCLUDING TESTICULAR ASSESSMENT IN THE TWO-DIMENSIONAL ABDOMINAL ULTRASOUND ROUTINE IN DOGS FOR THE DIAGNOSIS OF TESTICULAR DISEASES

ABSTRACT: The ultrasound examination is a diagnostic tool of great relevance in the veterinary routine, as it is widespread in the current reality and allows the assessment of organs and structures in a non-invasive, safe and fast way, helping in the diagnosis of various conditions,

leading to adequate treatment and positively contributing to the patient's prognosis. Currently, in many cases, testicular evaluation is not part of the ultrasound evaluation in exams with abdominal emphasis, due to its anatomical location in the scrotum, which can lead to limited diagnosis and inadequate treatment of the patient in the absence of ultrasound evaluation of the testicles, since there are several testicular affections that can affect dogs and that present ultrasonographic characteristics that are easily detected. Among the main alterations observed during ultrasonographic exams, cases of orchitis, cryptorchidism, torsion and also testicular neoplastic neoformations correspond to the largest sample, with the ultrasonographic method being an exam with 98% to 100% sensitivity and accuracy for their diagnosis. Thus, the aim of this literature review article is to elucidate the importance of testicular evaluation in routine ultrasound examinations, initially discussing the anatomical and ultrasound aspects, and later on the most commonly diagnosed conditions in the veterinary routine, also presenting the ultrasound changes caused in the testicular parenchyma.
KEYWORDS: Dogs. Diagnosis. Testicular neoplasm. Ultrasound.

1 | INTRODUÇÃO

Anatomicamente, o trato reprodutivo canino é composto por testículos e suas estruturas adjacentes, glândulas acessórias, uretra, pênis e prepúcio, sendo que cada estrutura possui sua função individual (DAVIDSON; BAKER, 2009; KÖNIG; LIEBICH, 2016). Fisiologicamente, os testículos possuem a função de produção de espermatozoides e também de testosterona, sendo esta importante para o desenvolvimento e funcionamento do trato reprodutivo canino e atuando nos demais sistemas do animal (KÖNIG; LIEBICH, 2016).

Atualmente, a ultrassonografia tem se tornado uma ferramenta diagnóstica de grande importância na Medicina Veterinária, sendo cada vez mais difundida e utilizada na rotina clínica de pequenos animais, em virtude de ser uma técnica não invasiva, acessível e segura para o clínico e para o paciente, possibilitando uma avaliação mais precisa dos órgãos (DAVIDSON; BAKER, 2009). Nesse contexto, o exame ultrassonográfico é indicado para avaliação de diversas anormalidades, se tratando de uma técnica sensível na avaliação de afecções testiculares em cães (LIMA, 2017).

Em casos de afecções testiculares e de estruturas adjacentes, as alterações clínicas apresentadas, dentre elas a manifestação de dor e a variação de tamanho testicular, podem levar à investigação da presença de afecções locais. Assim, diversas afecções testiculares podem ser diagnosticadas por meio do exame ultrassonográfico, sendo o exame mais indicado para avaliação em casos de suspeita de tumores testiculares, considerado com 98% a 100% de sensibilidade e acurácia (DOMINGOS; SALOMÃO, 2011; LIMA, 2017). Desse modo, dentre as principais doenças testiculares que podem ser diagnosticadas durante o exame ultrassonográfico são a presença de neoplasias testiculares, orquite e epididimite, criptorquidismo, torção e atrofia testicular (HECHT, 2011).

Diante do exposto, o presente trabalho possui como objetivo principal evidenciar a

importância da avaliação testicular e de suas estruturas adjacentes durante a realização do exame ultrassonográfico, e também caracterizar as afecções testiculares mais comumente diagnosticadas, discorrendo sobre seus aspectos ultrassonográficos mais frequentemente observados.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sistema reprodutor canino

Os órgãos pertencentes ao sistema reprodutor dos cães incluem os testículos, o escroto, os epidídimos, a uretra, o pênis e o prepúcio, os ductos deferentes, e a próstata, como principal glândula acessória (DA SILVA, 2020; DAVIDSON; BAKER, 2009), descritos na Figura 1. Cada órgão possui sua função principal, desta forma, os testículos possuem a função de produção de espermatozoides (função exócrina) e de hormônios (função endócrina), os epidídimos armazenam os espermatozoides para o amadurecimento, a próstata produz o plasma seminal, que contribui para o volume do ejaculado, a uretra consiste no local de passagem de urina e sêmen, e o pênis corresponde ao órgão copulador do macho (KÖNIG; LIEBICH, 2016).

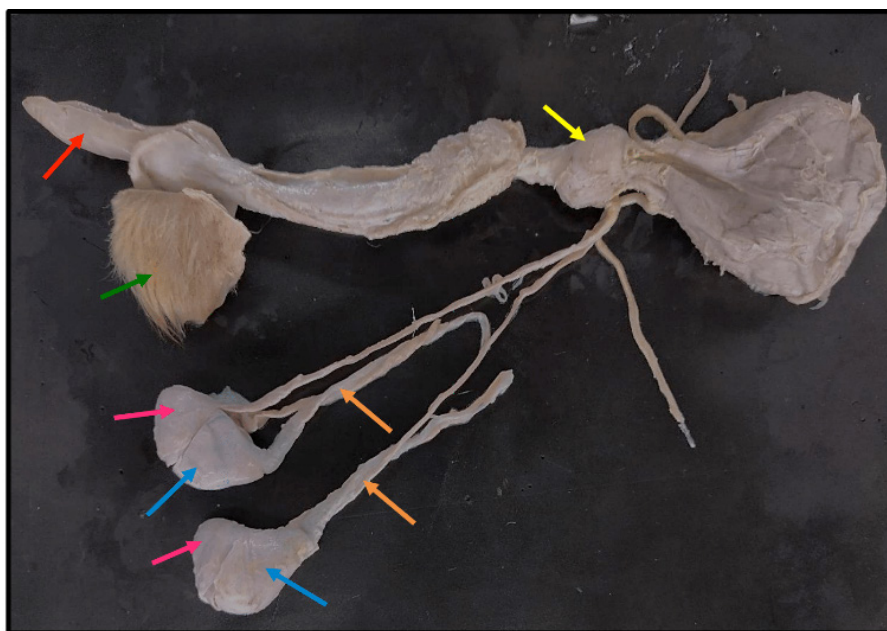



Figura 1 – Fotografia dos órgãos que compõem o sistema reprodutor canino. Com destaque para pênis (seta vermelha), prepúcio (seta verde) testículo (setas azuis), epidídimo (setas rosas), próstata (seta amarela), cordão espermático (setas laranjas).

Fonte: Arquivo pessoal

2.1.1 Anatomia e Fisiologia Testicular

Os testículos dos mamíferos são órgãos pares, que se localizam externamente ao abdômen e ficam compreendidos dentro do saco escrotal, dividido em duas cavidades separadas por um septo mediano e que se localiza entre a região inguinal e a região anal. Estas características anatômicas servem para auxiliar na termorregulação, permitindo o resfriamento de ambos os testículos em comparação à temperatura fisiológica do animal, sendo essencial para a espermatogênese (LIMA, 2017).

Externamente, os testículos possuem duas túnicas, sendo a túnica albugínea e a túnica vaginal, que revestem as gônadas e o parênquima testicular. Exclusivamente, a túnica albugínea auxilia no suporte do parênquima testicular, onde se encontram os túbulos seminíferos. Ainda, com relação ao parênquima, o mesmo é composto por túbulos seminíferos contorcidos, túbulos seminíferos retos, rede testicular e ductos eferentes (KÖNIG; LIEBICH, 2016).

Em cães, a migração dos testículos para o escroto ocorre de forma fisiológica por volta de oito a dez dias após o nascimento, sendo que a deiscência ocorre através do gubernáculo testicular, que permite a passagem dos testículos no canal inguinal até o escroto (FELDMAN; NELSON, 2004; KÖNIG; LIEBICH, 2016).

A espermatogênese, termo relacionado à produção e formação dos espermatozoides, é realizada no interior dos túbulos seminíferos, onde as espermatogônias, células jovens e que serão transformadas em células adultas, ficam armazenadas até sua maturação em espermatozoides. Após a maturação, os espermatozoides são conduzidos através dos ductos eferentes até o epidídimo. Com relação aos túbulos eferentes, as células de Sertoli estão localizadas em seu interior, também referidas como células estruturais, sendo ainda responsáveis por diversas funções capazes de regular a espermatogênese, dentre elas a maturação e controle de migração de células germinativas, a síntese de proteínas e também a formação da barreira hemato-testicular. Externamente a esses túbulos, estão localizados os tecidos e fluidos intersticiais e as células de Leydig, que são responsáveis principalmente pela produção de andrógenos, como a testosterona, que desempenha papel fundamental na atuação do sistema reprodutor masculino e também em diversos tecidos do animal (DA SILVA, 2020; KÖNIG; LIEBICH, 2016).

Com relação às estruturas adjacentes, tem-se o epidídimo, localizado fixo ao testículo, e anatomicamente apresentando-se dividido em cabeça, corpo e cauda. A cabeça está localizada dorsal ao testículo, o corpo na lateral e a cauda na extremidade ventral testicular. Cada região é responsável por uma função diferente, desta forma, a cabeça do epidídimo é responsável pela absorção de líquidos testiculares, o corpo é responsável pela maturação dos espermatozoides e a cauda armazena os espermatozoides prontos para fecundação (AMANN, 2011). Ainda, o cordão espermático é constituído por estruturas como a artéria testicular e as veias testiculares localizadas em torno da artéria, que juntas

dão origem ao plexo pampiniforme, além de o cordão espermático conter vasos linfáticos, nervos, o ducto deferente, tecido muscular e camada visceral da túnica vaginal (LIMA, 2017).

Diante disso, as estruturas testiculares e de órgãos adjacentes estão esquematizadas na Figura 2, sendo possível observar as estruturas internas de cada órgão e sua topografia.

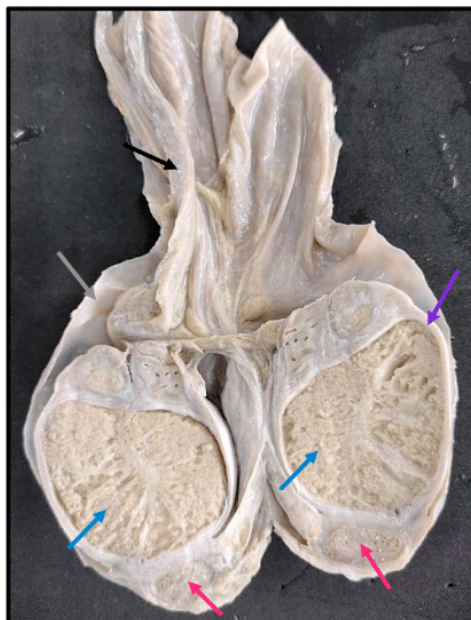



Figura 2 - Fotografia de testículo canino em corte transversal. Destaque para parênquima testicular (setas azuis), túnica vaginal (seta cinza); túnica albugínea (seta roxa); cauda do epidídimo (setas rosas) e plexo pampiniforme (seta preta)

Fonte: Arquivo pessoal

2.2 Aspectos ultrassonográficos testiculares normais

Por meio da ultrassonografia, é possível avaliar a morfologia do órgão, como o tamanho, volume, posição e o parênquima testicular, podendo ser visibilizado quando ocorrem alterações estruturais ou de parênquima, além da presença de outras estruturas anormais, como neoformações (DOMINGOS; SALOMÃO, 2011; LIMA, 2017).

Quando em exames sem alterações, a ecogenicidade testicular é considerada média, além de apresentarem ecotextura do parênquima fina e homogênea, tendo a borda composta pela túnica albugínea como uma linha fina e hiperecoica. Os testículos são avaliados em pelo menos dois planos, onde, no plano sagital é possível visualizar o mediastino caracterizado como uma linha central hiperecogênica, ao passo que no plano transversal o mediastino é localizado como um foco puntiforme hiperecoico na região central do testículo (HECHT, 2011).

Em cães jovens, os testículos apresentam-se menores e com parênquima homogêneo, aumentando a sua ecogenicidade durante a puberdade. Em cães velhos, os septos testiculares são visibilizados como pontos hiperecoicos. Além disso, o tamanho testicular varia conforme o porte do animal (HECHT, 2011; LIMA, 2017).

Quando comparado à ecogenicidade do parênquima testicular, o epidídimo (Figura 3) é considerado hipoecoico e com ecotextura grosseira. Junto ao epidídimo, pode ser visualizado o cordão espermático, sendo possível observar o plexo pampiniforme através da identificação de grandes vasos tortuosos e anecoicos devido a possuírem sangue em seu interior, identificados principalmente após visibilização de fluxo sanguíneo por meio da avaliação Doppler (HECHT, 2011).

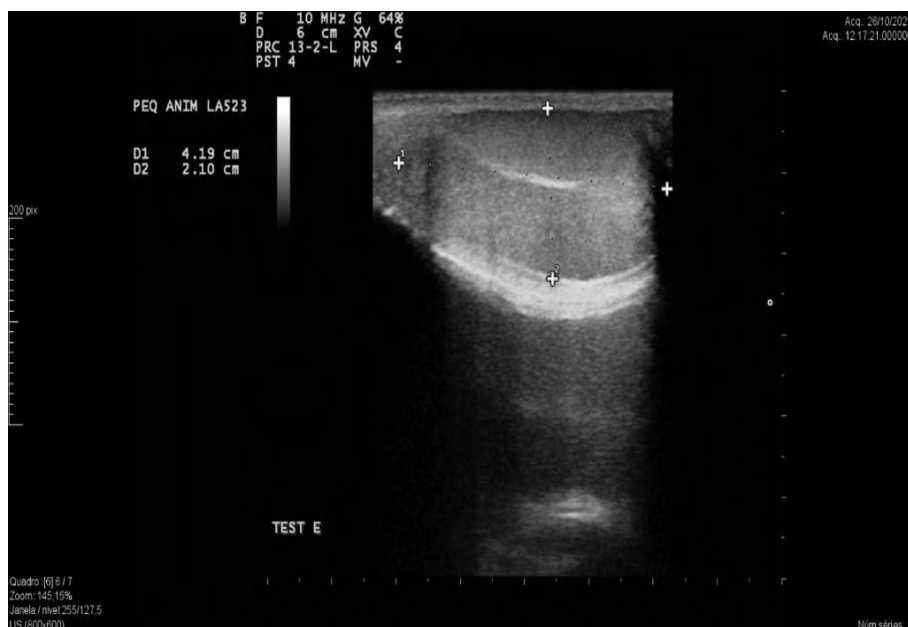



Figura 3 - Imagem de avaliação ultrassonográfica testicular em projeção longitudinal. Testículo em formato oval, com ecogenicidade e ecotextura homogênea. Túnica albugínea em torno caracterizada por linha fina e hiperecogênica e o mediastino como uma linha central hiperecoica (seta branca).

Fonte: Arquivo pessoal

2.3 Doenças testiculares e suas alterações ultrassonográficas

Diversas afecções testiculares podem ser diagnosticadas por meio do exame ultrassonográfico, sendo considerado um exame com 98% a 100% de sensibilidade e acurácia, uma vez que permite o diagnóstico de doenças como neoformações e neoplasias, torção e atrofia testicular, orquite e epididimite, e também a determinação da localização de testículos ectópicos em pacientes criptorquidas, sendo atualmente o mais indicado

para avaliação principalmente em casos de suspeita de tumores testiculares (DOMINGOS; SALOMÃO, 2011; LIMA, 2017).

2.3.1 Orquite e Epididimite

A orquite e epididimite são duas afecções que ocorrem frequentemente de forma simultânea, associadas a processos infecciosos e inflamatórios, e também devido a traumatismos testiculares. Apesar de acometer cães adultos com maior frequência de forma bilateral, ambas podem ocorrer isoladas e de forma unilateral (FELDMAN; NELSON, 2004).

As características ultrassonográficas de doenças inflamatórias testiculares são diversificadas, podendo levar a alterações da ecogenicidade do testículo e do epidídimo, como a presença de neoformações e também de áreas anecoicas devido à formação de abscessos. Além disso, pode ocorrer acúmulo de líquido escrotal ou aumento das dimensões testiculares e do epidídimo em processos agudos, ou à diminuição das dimensões em casos de cronicidade (HECHT, 2011).

2.3.2 Criptorquidismo

O criptorquidismo é uma afecção caracterizada pela ausência de um testículo ou ambos na bolsa escrotal, ocasionada pela incompleta deiscência testicular da região abdominal, considerada uma alteração hereditária, que pode ocorrer de forma unilateral ou bilateral, e os testículos podem ser encontrados mais comumente na cavidade abdominal, no canal inguinal e no espaço subcutâneo lateral ao pênis. Ainda, testículos retidos predispõe a formação de neoplasias (DOMINGOS; SALOMÃO, 2011; FONSECA, 2009; VASCONCELOS *et al.*, 2020).

Ultrassonograficamente, os testículos criptorquidas frequentemente podem ser identificados com facilidade, apresentando-se com anatomia normal, porém pequenos e com diminuição da ecogenicidade do parênquima. Porém, como podem ser encontrados em qualquer região da cavidade abdominal que se localize caudal aos rins à região inguinal (Figura 4), se não estiverem com a linha mediastinal desenvolvida, sua identificação pode ser mais dificultosa (HECHT, 2011; MOYA *et al.*, 2021).

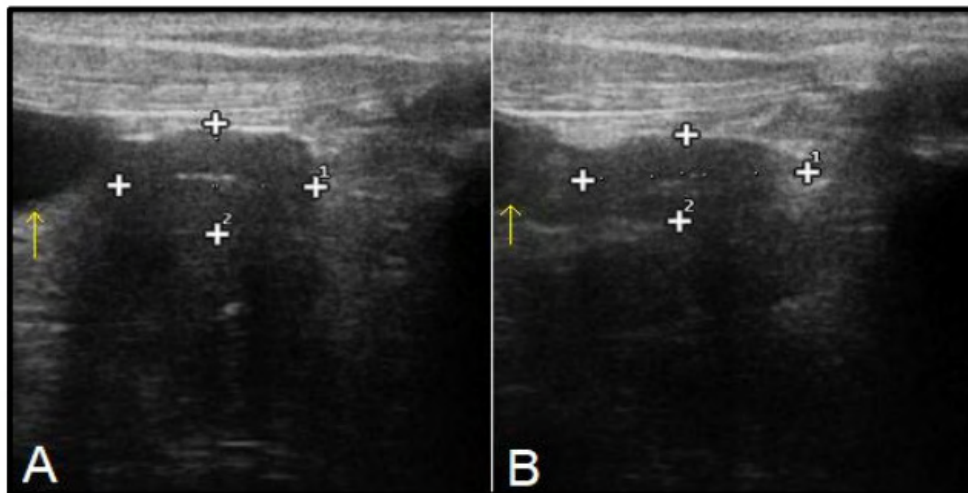



Figura 4 - Imagens de ambos os testículos em cavidade abdominal, caracterizando criptorquidismo bilateral. **A**: Testículo esquerdo (entre cruzes de mensuração) e porção caudal de vesícula urinária (seta amarela). **B**: Testículo direito (entre cruzes de mensuração) e porção caudal lateral de vesícula urinária (seta amarela).

Fonte: Arquivo pessoal

2.3.3 Torção testicular

A torção testicular é caracterizada pela rotação do testículo e de suas estruturas adjacentes sobre o próprio eixo, podendo ocorrer de vários ângulos e podendo chegar até a torção em 360 graus. Devido à congestão do fluxo sanguíneo, a torção pode levar à necrose do tecido testicular, perdendo-se a função do órgão (JOHNSTON *et al.,* 2001). Em cães, a principal causa de torção são testículos neoplásicos retidos, podendo ainda ocorrer torções intra-abdominais e intraescrotais de testículos não neoplásicos, além de outras lesões dentro do anel inguinal, sendo estas mais raras. Além disso, as alterações de torções testiculares podem variar conforme o tempo de oclusão vascular, podendo o testículo acometido apresentar-se hiperecoico ou hipoecoico, com tamanho normal ou diminuído, e em casos agudos, ser observada efusão escrotal e abdominal (HECHT, 2011).

2.3.4 Atrofia testicular

A atrofia testicular possui diversas etiologias, que podem ser sistêmicas ou ambientais, ocorrendo principalmente por lesão térmica de hipertermia prolongada, orquite recorrente, problemas hormonais, desnutrição, deficiência de vitaminas e comprometimento vascular. Ainda, em animais senis, a atrofia testicular é frequentemente encontrada (DOMINGOS; SALOMÃO, 2009). No exame ultrassonográfico, a atrofia testicular é caracterizada pela diminuição do tamanho testicular, hipoecogenicidade de parênquima e preservação da arquitetura (HECHT, 2011).

2.3.5 Neoplasias

As neoplasias testiculares atualmente são consideradas o segundo tipo de neoplasias que mais acometem cães machos não castrados (FONSECA, 2009). Estas se desenvolvem principalmente em cães mais velhos, entre os 9 aos 11 anos de idade, sendo na maioria dos casos neoplasias benignas. Em alguns casos, neoplasias de células de Sertoli e seminomas, conhecidos como tumor de células de Leydig, podem apresentar graus de malignidade, correspondendo em média a 10 a 20% e 5 a 10% dos casos, respectivamente (ARGENTA *et al.,* 2016; FELDMAN; NELSON, 2004).

Dessa forma, segundo Hecht (2011), as neoplasias testiculares podem variar em ecogenicidade, podendo ser hipoecoicos ou hiperecogênicos, apresentar-se de forma focal ou multifocal, sendo desde pequenos nódulos bem delimitados e pouco vascularizados, até estruturas complexas, com características de hemorragia e necrose adjacente, levando à perda completa da arquitetura testicular (Figura 5), e também podem estar associadas à retenção testicular na cavidade no caso de animais criptorquidas (VASCONCELOS *et al.*, 2020).

Por outro lado, os diferentes tipos de tumores não são passíveis de diferenciação através da ultrassonografia, sendo necessária a realização de exames complementares como citologia e biopsia para confirmação diagnostica e determinação do tipo celular envolvido (LIMA, 2017; VISCONE *et al.*, 2016; VASCONCELOS *et al.*, 2020).

Figura 5 - Neoplasia em testículo esquerdo de cão, caracterizada como nódulo regular, bem delimitado e hiperecoico, medindo aproximadamente 1,38 cm em eixo longitudinal e 1,11 cm em eixo transversal.

Fonte: Arquivo pessoal

3 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diversas são as afecções que podem acometer o sistema reprodutor de cães, dentre as mais comuns, pode-se citar os casos de orquite e epididimite, atrofia testicular e de processos neoplásicos. Nesse contexto, também é comum na rotina veterinária a ausência de sinais clínicos em pacientes que apresentam alterações testiculares, com maior importância voltada à presença de processos neoplásicos.

Diante disso, a avaliação ultrassonográfica testicular permite a visibilização de alterações de forma rápida e não invasiva, permitindo a correta condução do caso e reforçando o tratamento adequado, mesmo em pacientes assintomáticos ou com sintomatologia relacionada a outros sistemas fisiológicos. Assim, é possível concluir que os distúrbios testiculares são corriqueiros e a avaliação ultrassonográfica testicular é de suma importância durante a realização de exames ultrassonográficos abdominais, mesmo em pacientes que não apresentam quaisquer alterações clínicas relacionadas.

REFERÊNCIAS

AMANN, R.P. Functional Anatomy of the Adult Male. In: MCKINNON, A. O.; SQUIRES, E.L.; WENDY, E.V.; VARNER, D.D. **Equine Reproduction**. 2nd edition. Oxford: Wiley-Blackwell, 2011. Cap. 95, p. 867 – 880

ARGENTA, F.F.; PEREIRA, P.R.; CAPRIOLI, R.A.; VIELMO, A.; SONNE, F.; PAVARANI, S.P.; DRIEMEIER, D. Neoplasmas testiculares em cães no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.44, n.1413, p.1-6, 2016.

DA SILVA, E.I.C. **Anatomia e Fisiologia do Sistema Reprodutivo dos Animais Domésticos.** Instituto Federal de Pernambuco. Departamento de Reprodução Animal. 2020.

DAVIDSON, A. P; BAKER, T. W. Reproductive ultrasound of the dog and tom. **Topics in companion animal medicine,** v.24, n.2, p.64-70, 2009.

DOMINGOS, T. C. S.; SALOMÃO, M. C. Meios de diagnóstico das principais afecções testiculares em cães: revisão de literatura. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.35, n.4, p.393-399, out./dez. 2011.

FELDMAN, E. C.; NELSON, R. W. Disorders of the Testes and Epidymides. *In* FELDMAN, E. C.; NELSON, R. W. (Eds.), **Canine and Feline Endocrinology and Reproduction.** 3 ed., St. Louis Missouri: WB Saunders Co. 2004. p. 961 – 977.

FONSECA, C.V.C.V. Prevalência e tipos de alterações testiculares em canídeos. **Dissertação de Mestrado Integrado em Medicina Veterinária**. Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária. Lisboa, 2009.

HECHT, S. Trato Reprodutivo Masculino. *In*: PENNICK, D.; D'ANJOU, M.A. **Atlas de Ultrassonografia de pequenos animais**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. p.415-438.

JOHNSTON, S.D.; KUSTRIZ, M.V.R., OLSON, P.N.S. **Canine and Feline Theriogenology.** Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2001.

KÖNIG, H.E.; LIEBICH, H.G. **Anatomia dos Animais Domésticos: Texto e Atlas Colorido.** Porto Alegre: Artmed Editora, 2016.

LIMA, E.S.C. Avaliação ultrassonográfica dos órgãos reprodutores de cães *(Canis familiaris)* em São Luís - MA. **Monografia de Conclusão de Curso**, Universidade Estadual do Maranhão, Centro de Ciências Agrárias. 2017.

MOYA, C. F.; STAUDT, M.A.; CALDEIRA, F.M.C.; ROBERTO, G.B.; PERES, J.A.; CARRASCO, A.O.T. Criptorquidismo bilateral em cão: Relato de caso. **PUBVET**, v.15, n.11, p.1-6, nov., 2021.

VASCONCELOS, J.G. ANDRADE, A.B.P.; COLARES, J.C.; MAGALHÃES, F.F. Sertolioma em cão com testículo ectópico: achados clínicos, hematológicos, ultrassonográficos e histopatológicos. **Ciência Animal**, v.30, n.4 (Supl. 2), p.361-365, 2020.

VISCONE, E.; RODRIGUES, A.C.; CASTRO, M.R.; SILVA, S.A.; GUNDIM, L.F. Seminoma e tumor de células intersticiais no mesmo testículo de um cão–relato de caso. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13, n. 24, 2016.

CAPÍTULO 19

UTILIZAÇÃO DE TESTES DE MÉDIAS NA ANÁLISE DE EXPERIMENTOS UNIFATORIAIS COM TRATAMENTOS QUANTITATIVOS

Data de aceite: 01/12/2021
Data de submissão: 06/09/2021

Josiane Rodrigues
Departamento de Tecnologia Agroindustrial e Socioeconomia Rural, Centro de Ciências Agrárias – CCA, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar
Araras, SP
http://lattes.cnpq.br/3439155677456557

Sônia Maria De Stefano Piedade
Departamento de Ciências Exatas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – ESALQ, Universidade de São Paulo – USP
Piracicaba, SP
http://lattes.cnpq.br/4191867824788731

RESUMO: O presente trabalho teve por finalidade verificar se testes de comparação de médias são comumente empregados na análise de experimentos cujos tratamentos são representados por níveis de um fator quantitativo, bem como as eventuais vantagens e/ou limitações da aplicação dos testes na análise desses experimentos quando comparados à análise de regressão. De acordo com os objetivos propostos, foi realizado um levantamento acerca de artigos cujo objetivo principal foi o de fazer uma investigação de trabalhos científicos publicados em jornais, revistas ou periódicos – nos quais se utilizou algum procedimento de comparação de médias – verificando a adequação desses testes às análises estatísticas realizadas. Com isso buscou-se verificar se testes de médias são comumente empregados na análise de experimentos com tratamentos quantitativos, bem como levantar a opinião de pesquisadores sobre o assunto. Em seguida, foi feita a análise de um experimento que comparou cinco diferentes doses de pentóxido de difósforo na produção de milho, por meio da análise de regressão e da aplicação de um teste para comparação múltipla das médias dos tratamentos, de modo a verificar as eventuais diferenças nos resultados obtidos com cada uma delas. A revisão dos artigos demonstrou que um número significativo de pesquisadores utiliza de procedimentos de comparações múltiplas em análises estatísticas de experimentos com tratamentos quantitativos, o que é considerado por alguns como um procedimento inadequado. Na análise do experimento, por sua vez, ficou claro que o uso de procedimentos de comparações múltiplas na análise de experimentos envolvendo tratamentos quantitativos pode resultar na redução de informações e da eficiência dos resultados. Assim sendo, conclui-se que o uso dos testes na análise desses experimentos não é um procedimento errôneo, mas sim menos informativo e, portanto, menos eficiente quando comparado à análise de regressão.
PALAVRAS-CHAVE: Análise estatística de dados, análise de variância, análise de regressão.

USE OF MEANS TESTS IN ANALYSIS OF UNIFACTORIAL EXPERIMENTS WITH QUANTITATIVE TREATMENTS

ABSTRACT: The purpose of this study was

to verify whether means tests are commonly used in the analysis of experiments whose treatments are represented by levels of a quantitative factor, as well as any advantages and/or limitations of applying the tests in the analysis of these experiments, compared to regression analysis. According to the proposed objectives, a survey was carried out on articles whose main objective was to carry out an investigation of scientific works published in newspapers, magazines, or periodicals - in which some mean comparison procedure was used - checking the adequacy of these tests to the statistical analyzes performed. Thus, it was sought to verify whether means tests are commonly used in the analysis of experiments with quantitative treatments, as well as to raise the opinion of researchers on the subject. Then, the analysis of an experiment that compared five different doses of diphosphorus pentoxide in corn production was carried out, through regression analysis and through the application of a multiple comparison test, to verify any eventual differences in the results obtained with each of them. The review of the articles showed that a significant number of researchers use multiple comparison procedures in statistical analyzes of experiments with quantitative treatments, which is considered by some to be an inadequate procedure. In the analysis of the experiment, in turn, it became clear that the use of multiple comparison procedures in the analysis of experiments involving quantitative treatments can result in the reduction of information and the efficiency of the results. Therefore, it is concluded that the use of means tests in the analysis of these experiments is not an erroneous procedure, but less informative and, therefore, less efficient when compared to regression analysis.
KEYWORDS: Statistical analysis of data, analysis of variance, regression analysis.

1 | INTRODUÇÃO

Em experimentos agronômicos, o objetivo de uma análise estatística dos dados é conhecer de que forma as unidades experimentais respondem aos tratamentos que são aplicados a elas, de forma a verificar se existem ou não diferenças entre as médias dos tratamentos em estudo, além de encontrar também, no caso dessa diferença ser significativa, qual(is) o(s) tratamento(s) produz(em) a resposta desejada.

O primeiro passo na análise estatística dos dados geralmente consiste em submetê-los à análise de variância (ANOVA), procedimento este que compara a variação devida aos tratamentos com a variação devida ao acaso, ou resíduo. Se os tratamentos do ensaio são de efeito fixo, a hipótese testada na ANOVA por meio do teste F é a de igualdade entre as médias populacionais dos tratamentos comparados:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \cdots = \mu_1,$$

em que μ_i representa a média populacional associada ao i-ésimo tratamento, i=1,...,I. Caso o teste F seja significativo, então vão existir evidências para não aceitar a hipótese de igualdade entre as médias populacionais dos tratamentos. Quando isso ocorre, o passo seguinte da pesquisa é então determinar quais são as médias que diferem entre si (CHEW, 1976).

De acordo com Nogueira (2007), existem dois procedimentos possíveis nessa análise continuada dos dados, de forma a comparar os tratamentos em estudo: a aplicação

da análise de regressão, ou a aplicação de testes para a comparação das médias dos tratamentos. Os testes de médias devem ser aplicados quando os tratamentos envolvidos no experimento são qualitativos e, a análise de regressão, quando eles são quantitativos.

A análise de regressão consiste em ajustar uma curva aos dados obtidos em um experimento, curva essa que descreve, quando significativa, uma relação entre variável(is) explanatória(s) e variável resposta. Os testes de comparação de médias, por sua vez, também permitem comparar as médias de tratamentos. Esses testes, segundo Cardellino e Siewerdt (1992), consistem em fazer a comparação de todas as médias de tratamentos entre si, no caso de tratamentos qualitativos não estruturados, por meio de testes de comparações múltiplas (comparações duas a duas) ou, no caso de tratamentos qualitativos estruturados, por meio da aplicação de contrastes ortogonais para a comparação entre grupos de médias. Aqui, entendemos por tratamentos estruturados os casos em que no conjunto deles apareçam tratamentos formados pela adição de um ou mais fatores.

Diferentemente do que acontece na análise de regressão, na qual não há como empregá-la para analisar experimentos cujos tratamentos são de natureza qualitativa, os testes de comparação de médias são também utilizados por pesquisadores para analisar experimentos cujos tratamentos são níveis de um fator quantitativo (DAL'COL LÚCIO et al., 2003). Entretanto, a aplicação de destes de médias nestes casos pode ser vista como inadequada. De acordo com Souza et al. (2012), por exemplo, os testes de médias de tratamentos são de grande interesse na pesquisa aplicada, mas apenas quando o objetivo do trabalho é comparar tratamentos que são qualitativos.

Assim sendo, os objetivos do presente trabalho são i) realizar um estudo acerca do uso de testes de médias em pesquisas científicas, de forma especial na análise de experimentos que trabalham com níveis de um fator quantitativo, verificando se eles são empregados, de uma maneira geral, na análise desses experimentos, assim também como levantar a opinião de pesquisadores sobre o assunto e ii) analisar dados de um experimento cujos tratamentos são níveis de um fator quantitativo por meio da análise de regressão e da aplicação de um teste de comparação múltipla das médias, verificando as eventuais vantagens e/ou limitações de cada uma dessas análises, fazendo assim uma reflexão acerca do tema.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Aplicação de testes de médias em artigos científicos

Dentro dos objetivos propostos foi feita uma revisão acerca de artigos cujo intuito principal foi o de fazer um levantamento de trabalhos científicos publicados em jornais, revistas ou periódicos – nos quais se utilizou algum procedimento de comparação de médias – verificando a adequação desses testes às análises estatísticas realizadas, e,

consequentemente, identificando quais as principais adequações e inadequações na aplicação desses testes em trabalhos científicos.

Para tanto foram estudados os trabalhos de Petersen (1977), Cardellino e Siewerdt (1992), Santos et al. (1998), Bezerra Neto et al. (2002), Bertoldo et al. (2008a) e Bertoldo et al. (2008b). Cada um desses trabalhos teve como objetivo realizar um levantamento de artigos científicos que utilizaram procedimentos de comparação de médias em suas análises, bem como classificar este uso.

Nesse estudo se buscou saber a proporção em que procedimentos de comparações múltiplas são empregados para se analisar experimentos unifatoriais com tratamentos quantitativos, além da opinião dos autores diante desse tema. Além disso, buscou-se criar uma unificação das categorias utilizadas para classificação do uso dos testes de médias, os quais, de modo geral, podem ser divididas em: adequado, parcialmente adequado e inadequado.

Não é intenção do estudo, no entanto, criticar os trabalhos que de alguma forma fizeram uso indiscriminado de algum procedimento de comparação de médias, mas sim procurar melhorar as análises estatísticas de experimentos científicos, de forma particular aqueles cujos tratamentos são representados por níveis de um fator quantitativo, o que contribui para a confiabilidade acerca dos resultados e das inferências que são feitas dos tratamentos investigados.

2.2 Testes de médias vs. Análise de regressão

Os dados da Tabela 1 se referem a um experimento de produção de milho feita pelos engenheiros agrônomos Glauco Pinto Viegas e Erik Smith (PIMENTEL, 1990), segundo o delineamento em blocos ao acaso. Os tratamentos constaram de adubação com 0, 25, 50, 75 e 100 kg de pentóxido de difósforo (P_2O_5) por hectare.

A fim de comparar as técnicas da análise de regressão e de testes de comparação de médias na análise de experimentos unifatoriais com tratamentos quantitativos, os dados da Tabela 1 foram submetidos inicialmente à ANOVA e, posteriormente, a aplicação da análise de regressão e ao teste de Tukey, ao nível de significância de 5%. Todas as análises estatísticas foram feitas no *software* R (R CORE TEAM, 2019).

Bloco	Tratamento				
	0	25	50	75	100
I	3,38	7,15	10,07	9,55	9,14
II	5,77	9,78	9,73	8,95	10,17
III	4,90	9,99	7,92	10,24	9,75
IV	4,54	10,10	9,48	8,66	9,50

Tabela 1. Produção de milho (kg/parcela) de acordo com o nível de adubação de P_2O_5 (kg/ha) utilizado.

Fonte: Pimentel (1990).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Aplicação de testes de médias em artigos científicos

Cada um dos autores dos artigos científicos estudados utilizou categorias para classificar os procedimentos de comparação de médias dos artigos analisados, as quais, de uma maneira geral, estão apresentadas a seguir.

Foi considerado “adequado” ou “correto” o procedimento no qual a aplicação do teste de médias foi feita para tratamentos de natureza qualitativa e não estruturados. Foi considerado “parcialmente adequado” “ou parcialmente correto” os casos em que algum teste de comparação múltipla (todos contra todos) foi utilizado na análise de experimentos com tratamentos qualitativos estruturados, em que o mais adequado seria o teste de contrastes previamente planejados. Também se enquadram dentro dessa categoria os experimentos fatoriais, em que se comparou todos os tratamentos entre si, dois a dois, e, por fim, os casos em que, mesmo após se ajustar uma equação de regressão a dados de natureza quantitativa, ainda foi aplicado um teste de comparação de médias. Por fim, foi considerado “inadequado” ou “incorreto” quando o teste de comparação de médias foi aplicado para comparar níveis de um fator quantitativo, ou em experimentos fatoriais, nas médias marginais dos fatores principais, sem levar em conta possíveis interações entre eles.

Com base nas categorias estabelecidas, os autores puderam então quantificar a proporção de artigos em que o procedimento de comparação de médias utilizado foi adequado, parcialmente adequado ou inadequado, respectivamente (Tabela 2). Com exceção do levantamento realizado por Bezerra Neto et al. (2002), fica evidente a alta proporção de artigos científicos em que os testes de comparação de médias são aplicados de maneira inadequada. Fica claro ainda que, mesmo com o decorrer dos anos, os abusos na utilização dos testes continuaram muito frequentes.

Esses abusos, de acordo com Bezerra Neto et al. (2002), estão ligados ao desconhecimento do pesquisador com relação a outros procedimentos que não a aplicação de testes de comparação de médias que poderiam ser utilizados na análise dos dados. Ainda, segundo os autores, pode ser citado o desconhecimento dos pesquisadores no que diz respeito às condições de uso desses testes aos tipos de dados estudados e, por fim, a inabilidade na interpretação dos resultados obtidos com a aplicação dos testes.

Autor	Procedimento adequado	Procedimento parcialmente adequado	Procedimento inadequado
Petersen (1976)	30,00%	30,00%	40,00%
Cardellino e Siewerdt (1992)	24,60%	11,20%	64,20%
Santos et al. (1998)	31,53%	11,46%	57,01%
Bezerra Neto et al. (2002)	65,60%	22,80%	11,60%
Bertoldo et al. (2008a)	27,27%	11,19%	61,54%
Bertoldo et al. (2008b)	31,73%	11,54%	56,73%

Tabela 2. Proporção de artigos analisados de forma adequada, parcialmente adequada e inadequada, quanto ao uso de testes de comparação de médias.

No que se refere aos procedimentos classificados como inadequados ou incorretos, verificou-se que a maioria se deve a aplicação dos testes de médias a experimentos com tratamentos quantitativos (BERTOLDO et al., 2008b). Nos experimentos fatoriais em que também se notou inadequação na aplicação dos testes de médias, ela está relacionada a uma deficiência na decomposição da interação entre os fatores principais.

Verificou-se, portanto, que o uso de procedimentos de comparação de médias na análise de experimentos com tratamentos quantitativos é considerado pelos autores como procedimento inadequado. De acordo com Petersen (1977), para experimentos nos quais os tratamentos são níveis de um fator quantitativo, um procedimento mais apropriado na análise dos dados é ajustar uma curva aos mesmos pelas técnicas de regressão, pois, de acordo com o autor, esse é um procedimento mais informativo nesses casos.

Segundo Bertoldo et al. (2008a), a escolha inadequada do teste a ser utilizado na análise dos dados pode resultar em afirmações incompletas ou errôneas. De acordo com Kozak (2009), isso não significa que um procedimento complexo deva ser aplicado na análise dos dados, mas sim um procedimento correto, que forneça resultados adequados, evitando desse modo falsas conclusões e interpretações. Assim sendo, Cardellino e Siewerdt (1992) sugeriram, de acordo com o tipo de fator que o trabalho abrange, alguns procedimentos para inferência do pesquisador, de modo a minimizar os equívocos na análise e interpretação de experimentos (Figura 1).

3.2 Testes de médias vs. Análise de regressão

A ANOVA dos dados referentes à produção de milho, sob diferentes níveis de adubação de P_2O_5 (kg/ha), está apresentada na Tabela 3. Nota-se que o teste F para tratamentos foi significativo, ao nível de significância de 5%, indicando diferenças entre as doses de adubo utilizadas.

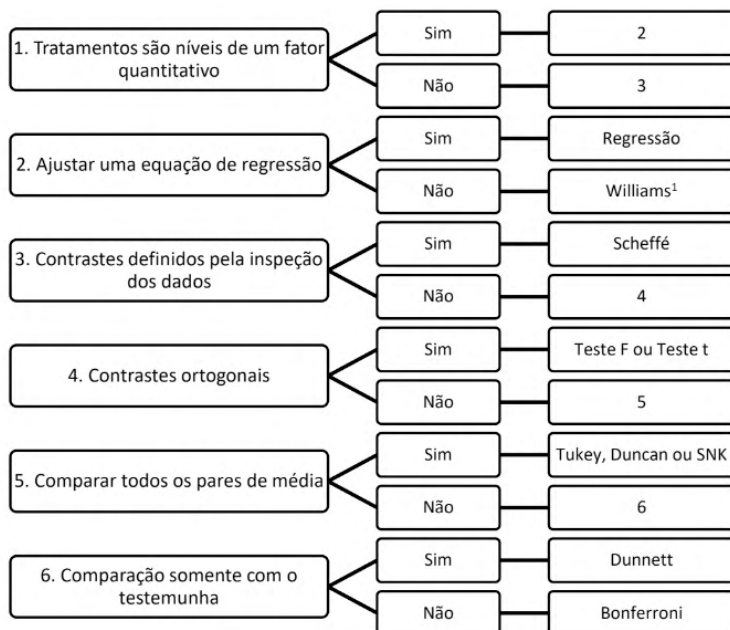



Figura 1. Chave para escolha do teste de comparação de médias

Fonte: adaptado de Cardellino e Siewerdt (1992).

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Valor de p
Blocos	3	2,74	0,91	1,00	0,42524
Tratamentos	4	72,22	18,06	19,85	0,00003
Resíduo	12	10,91	0,91	-	-
Total	19	85,87	-	-	-

Tabela 3. ANOVA dos dados referentes à produção de milho (kg/parcela) de acordo com o nível de adubação de P_2O_5 (kg/ha) utilizado.

A fim de investigar eventuais diferenças entre os tratamentos comparados, inicialmente os dados foram submetidos à análise de regressão. Para tanto, considerou-se a ANOVA com os desdobramentos para os componentes linear e quadrático (Tabela 4). Uma regressão quadrática foi considerada uma vez que, no gráfico de dispersão dos dados, eles mostraram evidências de uma tendência não linear. Nota-se que o componente quadrático foi significativo, ao nível de 5%, o que justifica o ajuste de uma curva de segundo grau aos dados do experimento, curva esta representada na Figura 2.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Valor de p
Componente linear	1	40,64	40,64	44,66	
Componente quadrático	1	21,28	21,28	23,38	0,00041
Desvios de regressão	2	10,30	5,15	5,66	0,01855
Resíduo	12	10,91	0,91	-	-

Tabela 4. ANOVA dos dados referentes à produção de milho (kg/parcela) com desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos nos componentes linear e quadrático.

Investigando a função ajustada, é possível verificar que em ocorre um ponto de máximo. Assim sendo, temos que a dose de que resulta na maior produção de milho seria a de aproximadamente 70 kg/ha, que sequer é uma dose envolvida diretamente no experimento. Além disso, por meio da função ajustada é possível estudar também qual a produção esperada para uma determinada dose de adubo, bem como qual dose deve ser utilizada para que se obtenha uma determinada produção de milho.

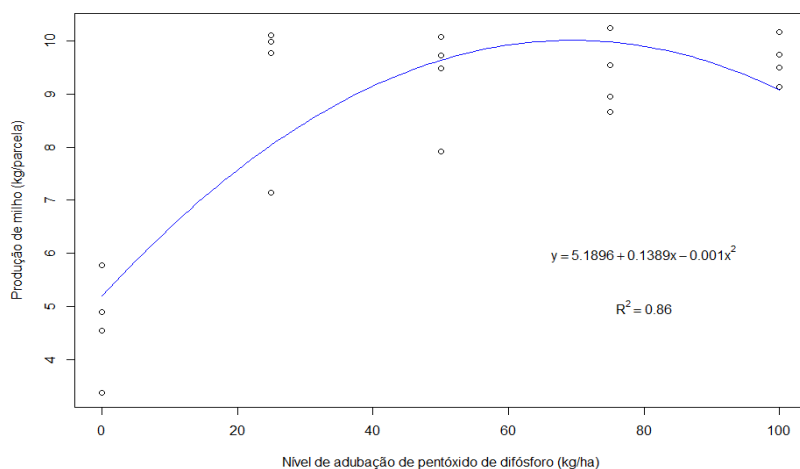



Figura 2. Curva ajustada aos dados de produção de milho (kg/parcela) de acordo com o nível de adubação de P_2O_5 (kg/ha) utilizado.

Os mesmos dados foram também submetidos ao teste de Tukey, para comparação das médias de tratamentos duas a duas. Os resultados obtidos, ao nível de significância de 5%, estão apresentados na Tabela 5. Verifica-se que apenas a dose nula diferiu significativamente das demais quanto aos seus resultados, sendo que todas as demais foram consideradas equivalentes entre si.

Dose	Média	Grupo
0	4,648	b
25	9,255	a
50	9,300	a
75	9,350	a
100	9,640	a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, ao nível de significância de 5%.

Tabela 5. Teste de Tukey aplicado às médias de produção de milho (kg/parcela) de acordo com o nível de adubação de P_2O_5 (kg/ha) utilizado.

A aplicação do teste de Tukey permitiu, portanto, dentro da gama dos tratamentos aplicados diretamente no experimento, a separá-los em grupos dentro dos quais as respostas obtidas não foram significativamente diferentes. Assim sendo, concluiu-se de que apenas a dose nula, ou seja, o grupo controle, diferiu significativamente dos demais grupos. Logo, seria possível ao experimentador, diante desses fatos e diante do custo do produto, optar pelo uso da dose de 25 kg de por hectare, visto que para a decisão do nível ótimo, deve ser considerada também a avaliação econômica do produto. Assim, verifica-se uma conclusão diferente daquela obtida com a aplicação da análise de regressão.

4 | CONCLUSÕES

De acordo com a pesquisa realizada, fica evidente que o uso de testes de comparação de médias é frequente no caso em que os tratamentos envolvidos no experimento são representados por níveis de um fator quantitativo.

Fica claro ainda que, ao se utilizar procedimentos de comparação de médias na análise desses experimentos, a quantidade de informações extraída acerca deles é menor, tratando-se de procedimento menos informativo e, portanto, menos eficiente quando comparado à análise de regressão. Enquanto a análise de regressão, por meio da análise da função ajustada, permite estimar os níveis do fator nos quais a resposta é um máximo ou um mínimo mesmo que eles não estejam sendo testados diretamente no experimento, a aplicação de um teste de comparação de médias permite, apenas dentro da gama dos níveis aplicados diretamente no experimento, a escolher o(s) melhor(es) tratamento(s), dentro das expectativas da pesquisa. Não se trata, porém, de procedimento errôneo, desde que as interpretações e conclusões feitas sejam coerentes com o método utilizado na análise.

O que se pode dizer, portanto, no que diz respeito à análise de experimentos unifatoriais com tratamentos quantitativos, é o de que cada caso é um caso. Se o interesse do pesquisador está em estudar apenas os níveis do fator trabalhados diretamente no ensaio, então o teste de comparação de médias pode ser utilizado. No entanto, se o interesse do pesquisador está em fazer um estudo mais detalhado do experimento, tal

como colocado por Dal'Col Lúcio et al. (2003), em que se busca obter informações sobre tratamentos intermediários e pontos de máxima eficiência técnica ou econômica, por exemplo, então a análise de regressão é a alternativa mais adequada.

REFERÊNCIAS

BERTOLDO, J. G.; COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A. F.; MANTOVANI, A.; VALE, N. M. do. 2008a. Problemas relacionados com o uso de testes de comparação de médias em artigos científicos. **Revista Biotemas**, v.21, n.2, p.145-153.

BERTOLDO, J. G.; COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A. F.; MIQUELOTO, A.; TOALDO, D. 2008b. Uso ou abuso em testes de comparações de média: conhecimento científico ou empírico? **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.4, p.1145-1148.

BEZERRA NETO, F.; NUNES, G. H. S.; NEGREIROS, M. Z. de. 2002. Avaliação de procedimentos de comparações múltiplas em trabalhos publicados na revista Horticultura Brasileira de 1983 a 2000. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.1, p.05-09.

CARDELLINO, R. A.; SIEWERDT, F. 1992. Utilização correta e incorreta dos testes de comparação de médias. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.21, n.6, p.985-995.

CHEW, V. 1976. Comparing treatment means: a compendium. **Hortscience**, Alexandria, v.11, n.4, p.348-357.

DAL'COL LÚCIO, A.; LOPES, S. J.; STORCK, L.; CARPES, R. H.; LIEBERKNECHT, D.; NICOLA, M. C. 2003. Características experimentais das publicações da Ciência Rural de 1971 a 2000. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.1, p.161-164.

KOZAC, M. 2009. Analyzing one-way experiments: a piece of cake or a pain in the neck? **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.66, n.4, p.556-562.

NOGUEIRA, M. C. S. 2007. **Experimentação Agronômica I – conceitos, planejamentos e análise estatística**, Piracicaba: Esalq, 479p.

PETERSEN, R. G. 1977. Use and misuse of multiple comparison procedures. **Agronomy Journal**, Madison, v.69, n.2, p.205-208.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 13.ed., Piracicaba: Livraria Nobel, 1990. 468p.

R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/

SANTOS, J. W. dos; MOREIRA, J. de A. N.; BELTRÃO, N. E. de M. 1998. Avaliação do emprego dos testes de comparação de médias na revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) de 1980 a 1994. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.3, p.225-230.

SOUZA, C. A.; LIRA JUNIOR, M. A.; FERREIRA, R. L. C. 2012. Avaliação de testes estatísticos de comparações múltiplas de médias. **Revista Ceres**, Viçosa, v.59, n.3, p.350-354.

SOBRE OS ORGANIZADORES

PEDRO HENRIQUE ABREU MOURA - Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Mestre e Doutor em Agronomia/Fitotecnia pela mesma instituição, onde também realizou pós-doutorado na área de fruticultura. Desde 2015, atua como pesquisador na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), lotado no Campo Experimental de Maria da Fé. Desenvolve pesquisa e extensão nas áreas de Olivicultura e Fruticultura. Participa na organização de eventos de transferência e difusão de tecnologias para produtores, técnicos e estudantes, bem como ações de popularização da Ciência para a comunidade em geral. É membro do corpo editorial da Atena Editora. Possui experiência na área de Fruticultura, principalmente no manejo de oliveira e de outras frutíferas de clima temperado.

VANESSA DA FONTOURA CUSTÓDIO MONTEIRO - Doutora (2017) e mestra (2014) em Botânica Aplicada pela Universidade Federal de Lavras. Possui pós-graduação *lato sensu* em Avaliação de Flora e Fauna em Estudos Ambientais (2011) pela mesma instituição. Bacharel em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário de Barra Mansa (2009) e licenciada pela Universidade Vale do Rio Verde (2011). É professora colaboradora na Universidade do Vale do Sapucaí (UNIVÁS). No ensino superior, já atuou como professora formadora no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), e ocupou o cargo de professora substituta na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Também já ministrou aulas de Biologia no Cursinho Assistencial e Centro de Inteligência e Cultura (CACIC). Foi bolsista de Apoio Técnico na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) - Campo Experimental de Maria da Fé. É membro do corpo editorial da Atena Editora. Possui experiência na área de Botânica, com ênfase em Ecofisiologia Vegetal, Ecologia e Educação Ambiental.

ÍNDICE REMISSIVO

A

C

D

E

F

R

S

T

U

V

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Inovação e tecnologia nas CIÊNCIAS AGRÁRIAS 2

Ano 2021

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Inovação e tecnologia nas CIÊNCIAS AGRÁRIAS 2

Ano 2021